



مجموعة الكتب العلمية البسيطة

١٧

# الآلات

 Bibliotheca Alexandrina

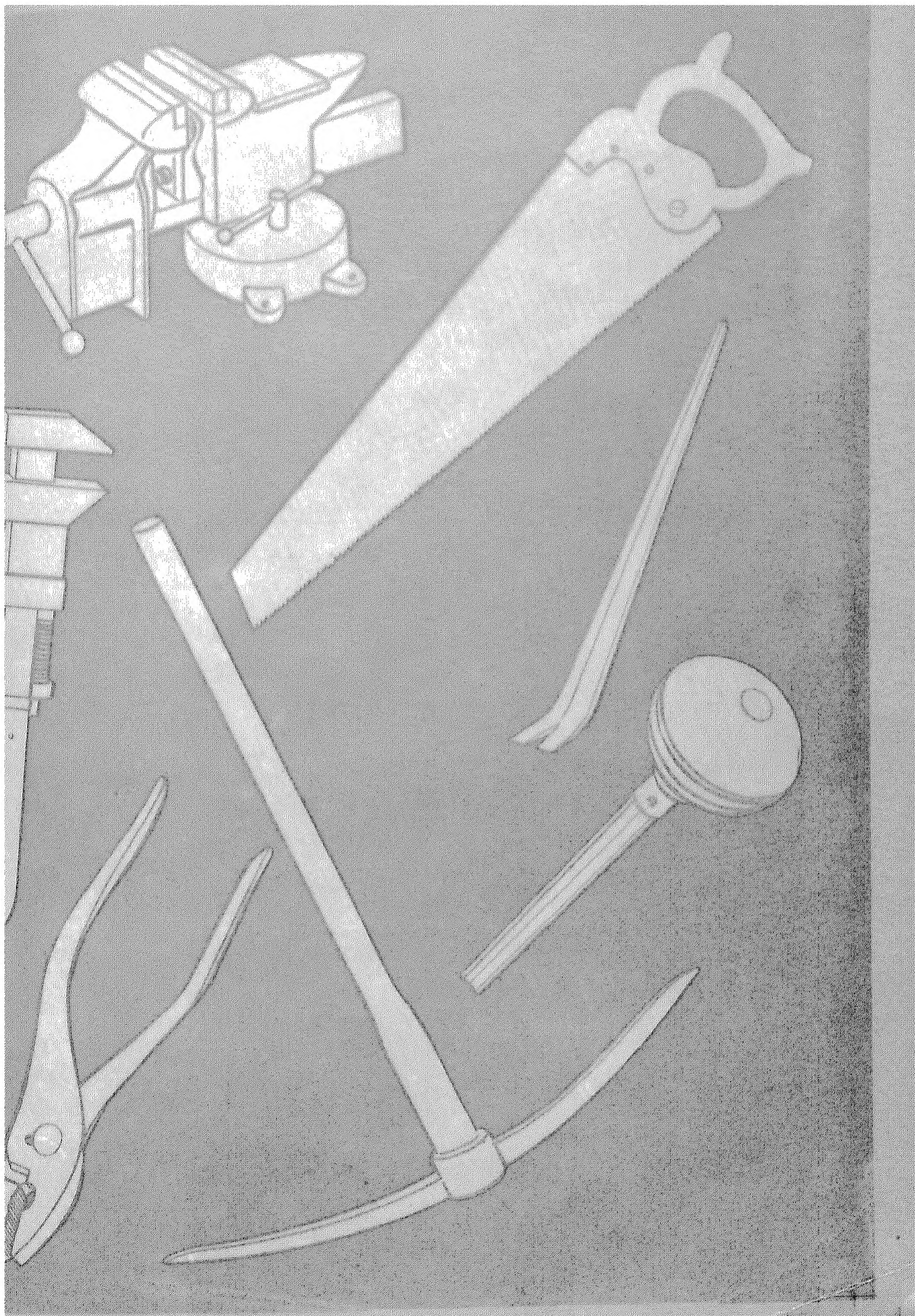
0018150



هاتف

6  
P  
1







مجموعة الكتب العالمية المبسطة

١٧

# الآلات

تأليف

بيرتا موريس باركر

مراجعة

الدكتور محمد صابر سليم

ترجمة

كرم كامل إبراهيم

هذه الترجمة مرخص بها وقد قامت الجمعية المصرية  
لنشر المعرفة والثقافة العالمية بشراء حق الترجمة من صاحب هذا الحق

This is an authorized translation of "MACHINES" by Bertha Morris Parker. Copyright, 1944 by Row, Peterson and Company. This Arabic edition is authorized for publication by Western Printing and Lithographing Company, Racine, Wisconsin, U.S.A.

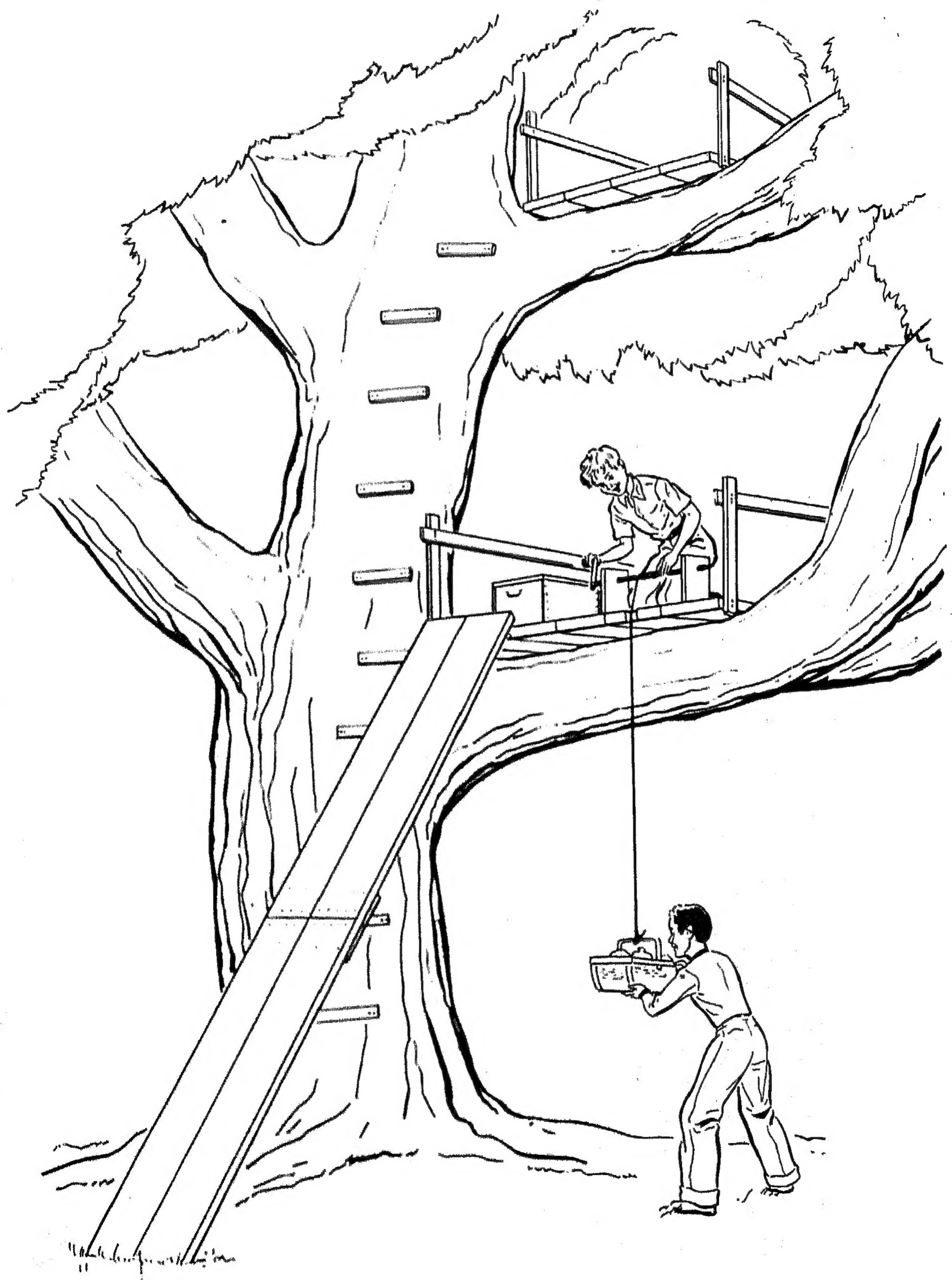
الطبعة الخامسة

الناشر



دار المعارف

بالاشتراك مع الجمعية المصرية لنشر المعرفة والثقافة العالمية





## الآلات

### بيت الشجرة :

طالما تمنى عادل وأحمد إقامة بيت على شجرة – وامكن تحقيق حلمهما عندما أراد والدهما أن يبني حظيرة « جراجاً » جديدة ، فاشترى لهما خشب المنزل عند شرائه خشب الحظيرة « الجراج » ، وعمل الولدان على تنفيذ فكرتهما بنفسيهما .

ويتكون البيت من طابقين : الأول عبارة عن أرضية مسطحة ترتفع عن سطح الأرض بحوالى ثلاثة أمتار . والثانى مسطح أصغر ويرتفع حوالى مترين ونصف متر عن الطابق الأول – ولكل من الطابقين سور من ثلاث جهات .

وعندما تم البناء حاول عادل وأحمد رفع الأثاث اللازم لبيتهما . وكانت إحدى هذه القطع صندوقاً خشبياً من صنعهما – لوقاية كتبهما ووسائدهما وسائر أشياءهما من الأمطار .

ولقد استطاعا نقل الصندوق إلى مكان الشجرة بالاستعانة بعجلات ثباتها فى أركانها . . ولكنهما تحيرا فى كيفية رفعه إلى البيت ، وكان من المتعذر بطبيعة الحال أن يتسلقا الشجرة ويحملا معهما الصندوق ، لذا حاولا رفعه إلى أعلى بوساطة حبل ، وكان جذب الصندوق إلى أعلى أمراً عسيراً ، هذا إلى جانب الخطر الذى قد ينشأ عن سقوطه لانزلاقه من الحبل

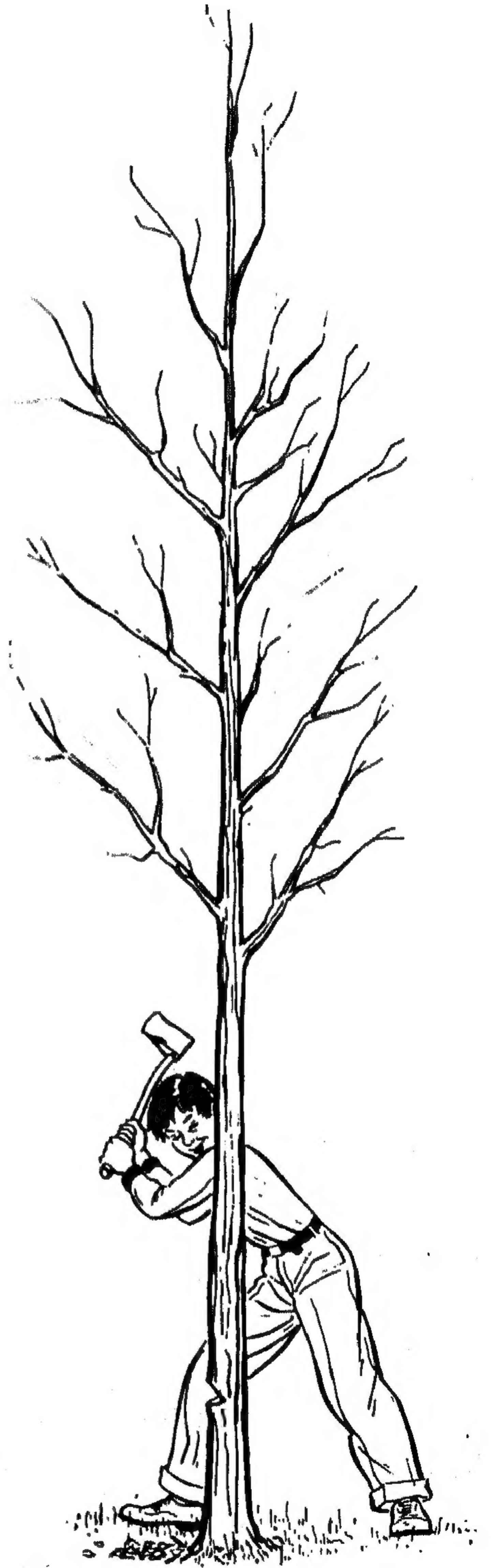


الملفوف حوله ولكن سرعان ما رسم الولدان الحطة للتغلب على المشكلة ، فلما كان النجار لا يزال يعمل في الحظيرة « الجراج » ، استعارا منه بعض الألواح الخشبية الطويلة وسمراها معاً ليكونا ممراً مائلاً إلى أعلى البيت ، الذي يمكن رؤيته في صفحة ٢ ، وربط الولدان الحبل حول الصنلوق ، وتسلق عادل الشجرة إلى البيت وروى أحمد إليه بطرف الحبل ، ثم لحق به ليساعده في جذب الصنلوق الخشبي بسهولة على السطح المائل .

حينئذ قال عادل : « أتمنى أن يظل هذا المر الخشبي فنحن في احتياج دائم له عندما نضطر إلى رفع أشياء نعجز عن حملها . وسنحمل الآن في العربة إناء شراب الليمون « الليمونادة » لنرفعه . »

وسمعه أحد النجارين فقال : « إن ما تحتاجان إليه هو ملفاف ، وسأساعدكما على إقامته . »

ولم يكن الولدان يعرفان ما هو الملفاف ، وربما أنت أيها القارئ ، وتستطيع أن تراه في الرسم الموجود على صفحة ( ٢ ) حيث يدير عادل يد الملفاف ، فعند إدارة اليد في اتجاه معين يرتفع الحبل بما يحمله في سهولة ، وعند إدارة اليد في الاتجاه الآخر يهبط الحبل ، وبوساطة الملفاف يمكن بسهولة رفع إناء شراب الليمون « الليمونادة » أو سلة الطعام .

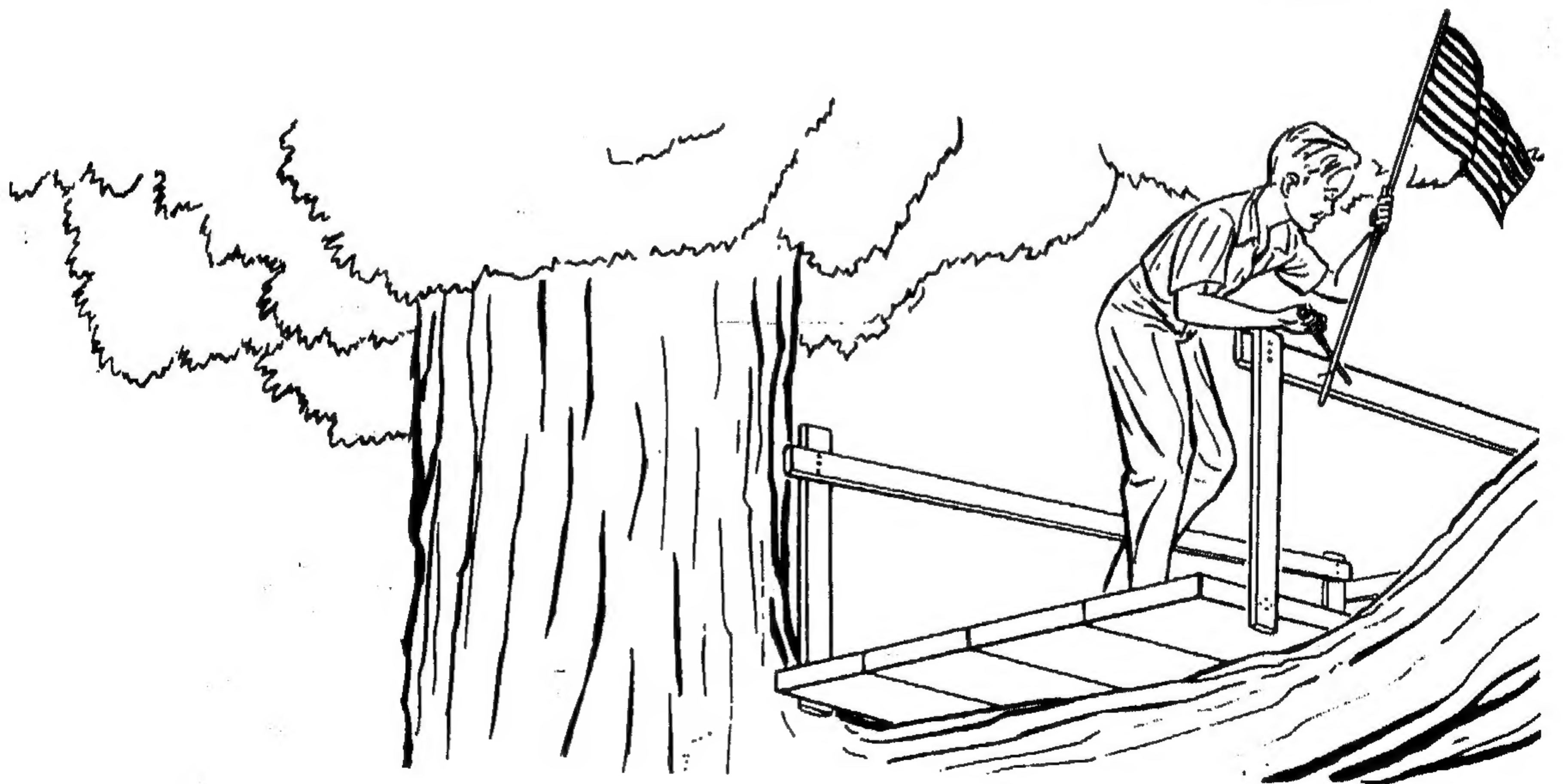




أما الخطوة التالية فكانت رفع علمهما ، وكان العلم مثبتاً على عصا ، فتسلق أحمد الطابق الثاني من بيت الشجرة وثبت عصا العلم بالمسامير في الحاجز الخشبي . ولكنهما رأيا أن يكون العلم أكثر ارتفاعاً ، أي إنهما في حاجة إلى صارٍ . وكان يوجد في الحديقة الخلفية شجرة صغيرة جافة رأى الولدان أنها تصلح لأن تكون صارياً ممتازاً ، وتمكن أحمد من قطع الشجرة ببيلطته ونزع الأفرع حتى بقي جزع الشجرة مكوناً صارياً طويلاً للعلم .

وقبل تثبيت الصاري في مكانه ، ربطا في نهايته بكرة صغيرة يمر خلالها خيط طويل ، طوله حوالي عشر ياردات ، ثم سمرا الصاري في الحاجز الخشبي فكان ارتفاع بكرته عن أرضية البيت ثلاثة أمتار .

وبوساطة « مفك » صغير نزع عادل خشبة العلم من الحاجز الخشبي وربطه في خيط الصاري على بعد عشر أقدام من أحد طرفيه ، ثم سحب الطرف الآخر فارتفع العلم مرفوقاً إلى أعلى الصاري ثم ربط الخيط ، ولف الحبل حول الحاجز الخشبي ، فإذا ما أراد إنزال العلم فكبل ما عليه هو أن يفك الحبل ويسحب طرفه المربوط به العلم إلى أسفل .





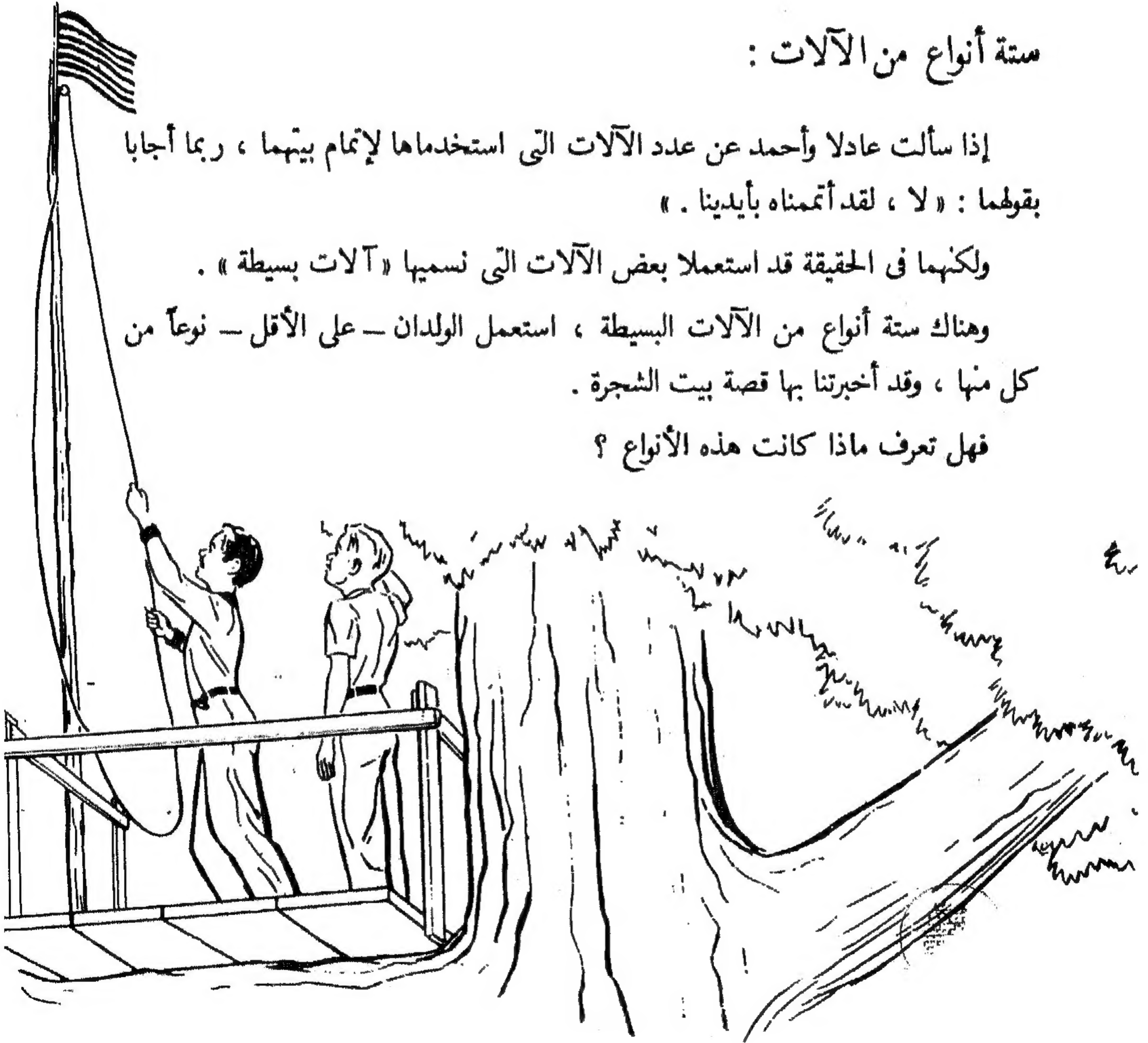
وجاء بعد ذلك دور مروحة الهواء ، وقرر الولدان تثبيتها في الطابق الثاني على الحاجز الخشبي وما إن شرع عادل في تثبيتها حتى توقف عن العمل وقال : « إذا ثبتها بمسمار فإن خشب السور قد ينفلق ، إن لدى فكرة أحسن . . سأحضّر الماسك الذى اعتدت أن أثبت به المبراة في مكتبي فأثبت به المروحة . »

وفعلا تمكن عادل بوساطة الماسك من تثبيت المروحة جيداً ، وبعد ذلك أصبح البيت معداً لقضاء فترة اللعب أثناء الإجازة الصيفية الطويلة .

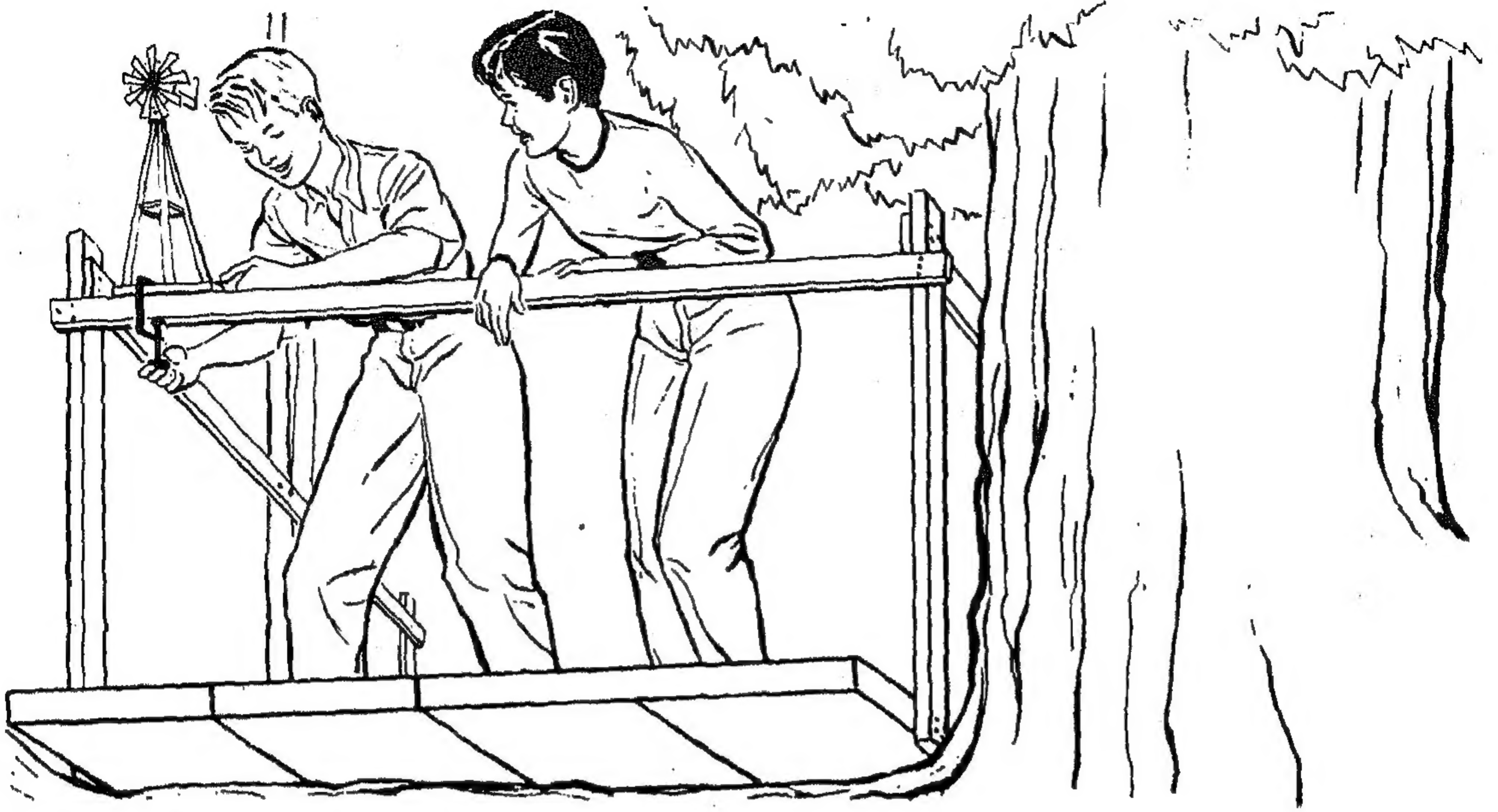
### ستة أنواع من الآلات :

إذا سألت عادلاً وأحمد عن عدد الآلات التى استخدموها لإتمام بيتهما ، ربما أجابا بقولهما : « لا ، لقد أتممناه بأيدينا . »

ولكنهما فى الحقيقة قد استعملوا بعض الآلات التى نسميها « آلات بسيطة » .  
وهناك ستة أنواع من الآلات البسيطة ، استعمل الولدان - على الأقل - نوعاً من كل منها ، وقد أخبرتنا بها قصة بيت الشجرة .  
فهل تعرف ماذا كانت هذه الأنواع ؟







فأما الممر الذي استخدمناه في رفع الصندوق إلى البيت والذي يعرف بالمستوى المائل فهو أبسط الأنواع الستة من الآلات البسيطة .

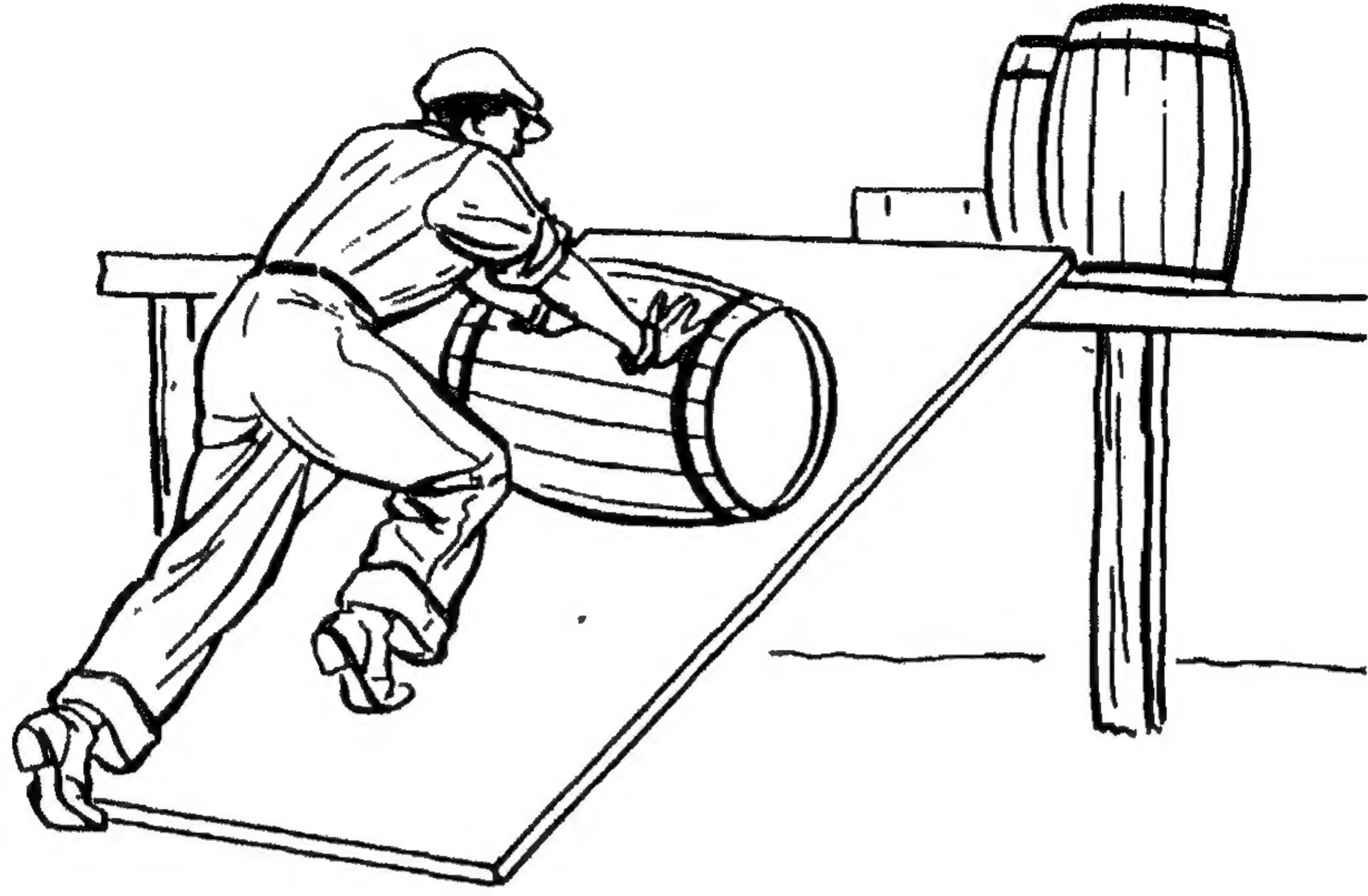
وأما الملفاف فهو عبارة عن بكرة ومحور ، والبلطة والمسامير هي اسفين ، والملفك الذي استخدمه عادل في نزع عمود العلم من الحاجز ، عبارة عن آلة بسيطة ويمكن استخدامه في عدة أغراض ، أما عادل فقد استخدمه كرافعة .

والبكرة الصغيرة التي ربطها الولدان في قمة الصاري نوع آخر من الآلات البسيطة والجزء المتحرك من الماسك الذي استخدمه عادل في تثبيت مروحة الهواء عبارة عن مسمار لولبي . . هو الحلزون .

فجميع هذه الأشياء المستخدمة هي عبارة عن آلات ؛ لأنها ساعدت الولدان على توفير القوة ، أو على تسهيل الحركة .

ولا يسمى الشيء آلة إلا إذا ساعد على نزع شيء من آخر ، أو دفعه ، أو تحريكه من مكان لآخر ، ونحن نعمل عندما نحرك شيئاً بهذه الطرق ، وعلى ذلك فالآلة شيء يساعدنا على أداء العمل . أما كيف يتم ذلك فهذا ما سنراه .





### المستوى المائل :

وجد أحمد وعادل أن سحب الصندوق إلى بيت الشجرة كان أسهل بوساطة استخدام السطح المائل الذي أقاماه فلم يضطرا إلى بذل المجهود الذي يضطرون إليه رفعه إلى أعلى مباشرة .

وهكذا يساعدنا المستوى المائل على توفير القوة المبذولة ، ولكن المستوى المائل لا يعطينا شيئاً في مقابل لا شيء ، فإن هذا الوفرة في القوة يكون في مقابل زيادة المسافة ، فثلاثة أمتار فقط التي بين الأرض والطابق الأول في بيت الشجرة ، قابلها نحو خمسة أمتار من الممر المائل .

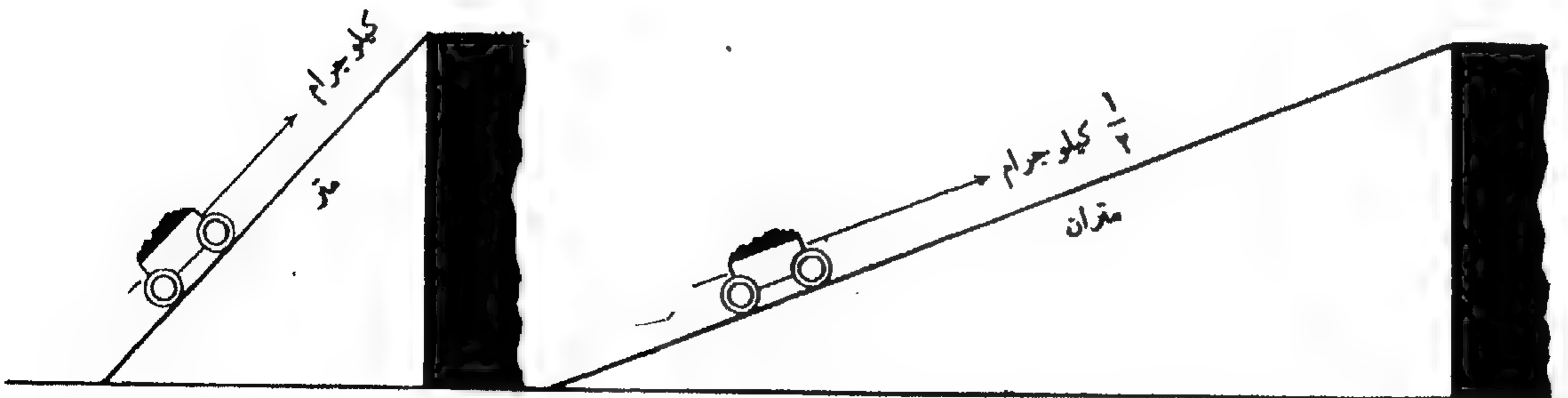
وفي الصورة ترى رجلاً يدحرج برميلاً إلى رف مرتفع يعجز عن رفعه إليه مباشرة ، ولكن المستوى المائل خفف هذه المهمة فإذا فرضنا أن البرميل كان من الثقل بحيث إن الرجل مع استخدامه المستوى المائل لا يستطيع دفعه إلى أعلى ، فإذا يمكنه أن يفعل ؟



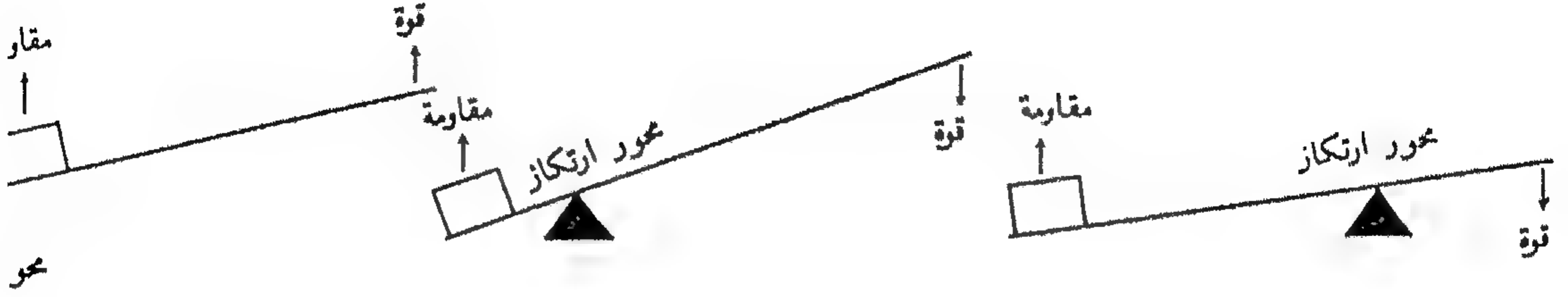
ربما كان أسهل شيء يمكن عمله هو إقامة ممر أطول فلا يحتاج الرجل حينئذ إلى بذل قوة أكبر ، وإنما عليه في مقابل ذلك أن يدفعه مسافة أطول — والشكل المبين على هذه الصفحة يوضح كيف نخدمنا المستوى المائل ، فإذا كانت القوة اللازمة لرفع أو جذب عربة صغيرة خلال المستوى الأول تعادل كيلوجراما ، فإن هذه القوة تعادل نصف الكيلوجرام لدفع أو جذب نفس العربة خلال المستوى الثاني ، مع ملاحظة أن طول المستوى الثاني ضعف طول المستوى الأول .

وعلى ذلك فأيسر علينا أن نصعد من طابق إلى آخر خلال السلم المائل إلى أعلى من تسلق سلم رأسي ، وما السلم المائل إلا مستوى مائل مقسم إلى درجات .

فلو أنك دقت النظر فيما حولك لوجدت أن المستوى المائل يستخدم في أغراض مختلفة كما في حالة تفريغ وشحن السفن والقاطرات ، والمستوى المائل موجود في الطبيعة — فهو على ذلك لم يخترع — فأى طريق إلى قمة تل ما هو إلا مستوى مائل ، ويبدو أن أجدادنا الأولين لم يمضوا طويلا حتى وجدوا أنه من أسهل الطرق سلوك الطريق الأطول ، وهذا الاكتشاف معناه أنهم قد علموا بعض الشيء عن الآلات البسيطة .







## الرافع :

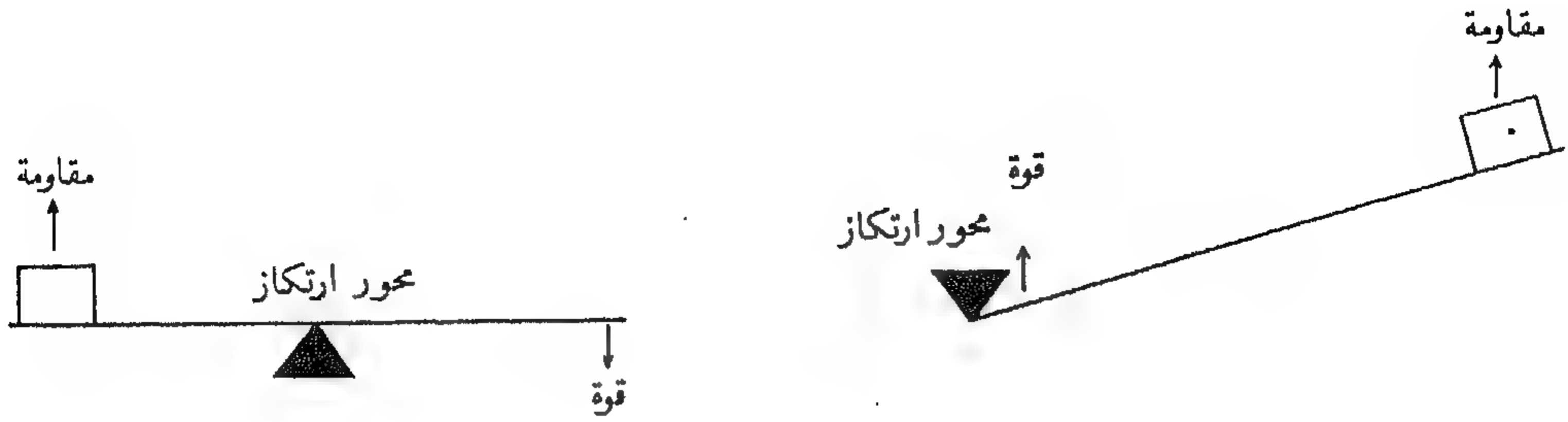
عندما أراد رجل الكهف رفع الحجر الكبير الموجود أمام كهفه لسد بابه لم يفلح لأن نصفه كان مدفوناً في الأرض ، وكان بالقرب منه فرع خشبي جاف ساقط من شجرة ، فأخذ هذا الفرع ونزع غصونه الجافة ، ثم دفع أحد طرفيه تحت الحجر الكبير ورفع الطرف الآخر - وتمكن بذلك من زحزحته بسهولة حتى باب الكهف .

ربما لم تكن هذه القصة صادقة تماماً ، ولكن من الثابت قطعاً أن الإنسان الأول قد تعلم كيف يستخدم مثل هذه الطرق لتحريك الكتل الضخمة ، وتعتبر هذه القطعة الخشبية هي أول رافعة استخدمت ، ولعلك تذكر عادل حينما استخدم المفك كرافعة ونزع عمود العلم من الحاجز الخشبي لبيت الشجرة .

والشكل الأول في أعلى الصفحة هو شكل الرافعة التي استخدمها رجل الكهف ، وهو أيضاً شكل المفك الذي استعمله عادل لنزع العلم .

وفي الأشكال الثلاثة ترمز ( ق ) إلى القوة واتجاهها في حين تدل ( ق<sup>-</sup> ) على المقاومة ووضعها - أما ( م ) فهي محور الارتكاز أي النقطة التي تتركز عليها الرافعة ، وقد يحيرك المثلث الأسود الموجود في الشكل وما هو إلا رمز يشير إلى موضع محور الارتكاز دون أن يعني ذلك أن الرافعة لا بد أن تتركز على شيء ما له نفس الشكل .





فمحور الارتكاز في رافعة الإنسان الأول في المثال السابق هو الأرض — ومحور الارتكاز في رافعة عادل هو حيث يتركز المفك على السور الخشبي لبيت الشجرة ، والأشكال الأخرى التي في أعلى الصفحة هي أيضاً أشكال روافع مبين على كل منها القوة والمقاومة ومحور الارتكاز .

وتوضح هذه الرسوم عدم ضرورة وجود محور الارتكاز عند أحد الأطراف ، فقد يقع بين القوة والمقاومة ، بل قد يقع في المنتصف على وجه التحديد .

وكذلك القوة لا يلزم أن تكون دائماً عند أحد طرفي الرافعة بل قد تقع بين المقاومة ومحور الارتكاز ، وبنفس الطريقة قد تقع المقاومة بين محور الارتكاز والقوة أو عند أحد طرفي الرافعة — وتوضح الرسوم الثلاثة التالية خمس روافع .

فالرجل الذي ينخل العمود من الأرض يستخدم رافعة كالتى استخدمها الإنسان الأول ، والتي استخدمها أيضاً عادل ، وهى تمثل الوضع الأول .

ويحاول الكشاف الصغير رفع الحجر باستخدام قضيب حديدى (أى عتلة) ولكن رافعته تخالف تلك التى استعملها رجل الكهف إذ دفع أحد طرفي العتلة تحت الحجر ، ثم جعلها تتركز على كتلة صلبة تمثل محور الارتكاز بينما يدفع الكشاف الرافعة إلى أسفل بكلتا يديه .



وتمثل هذه الرافعة النوع الثاني الموجود في صفحة ( ١٠ ) حيث يكون محور الارتكاز بين القوة والمقاومة . . وأقرب كثيراً إلى المقاومة ، وتبين من الشكل الموجود في الصفحة التالية ، أن سنارة الولد تمثل النوع الثالث من الروافع حيث يصطاد الولد سمكاً ، باستخدام فرع شجرة كمحور ارتكاز فعندما يشد الولد طرف السنارة يرتفع الطرف الآخر المربوط فيه الخيط وربما كانت السمكة عالقة به .

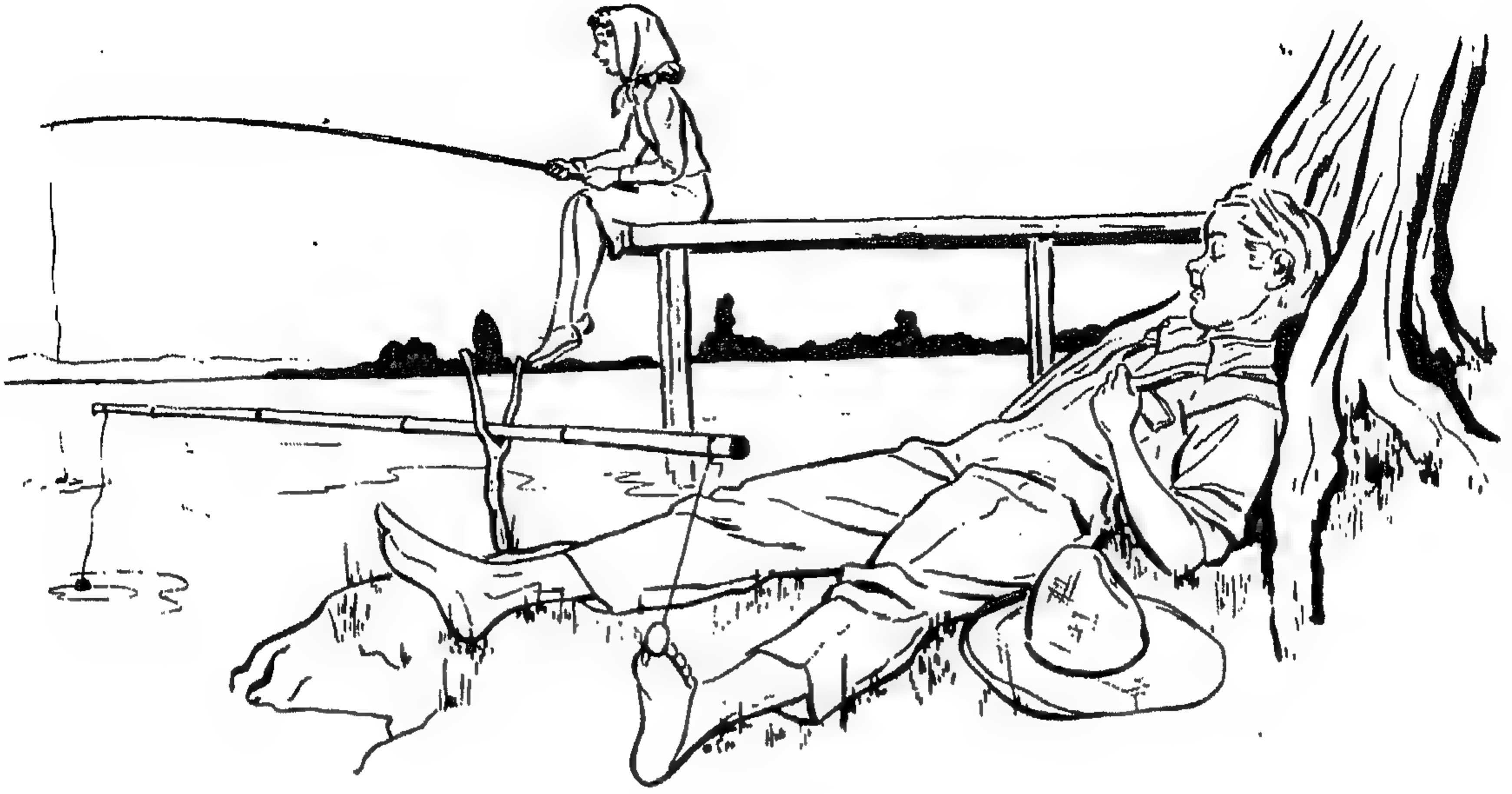
ففي هذا النوع من الروافع يكون محور الارتكاز بين القوة والمقاومة أيضاً إلا أنه أقرب في هذه الحالة إلى القوة .

أما ساق السنارة التي مع الفتاة فهي تمثل النوع الأخير من الروافع فيدها اليسرى هي محور الارتكاز ، وتمثل نهاية الساق . فعندما تشعر الفتاة بوجود السمكة في السنارة ، ترفع يدها اليمنى ، وعندئذ يرتفع طرف الساق بالخيط إلى أعلى . ففي هذا النوع من الروافع تكون القوة بين المقاومة ومحور الارتكاز ، وتمثل أرجوحة الأطفال في صفحة ( ١٤ ) النوع الرابع من الروافع حيث يوجد محور الارتكاز في المنتصف تماماً بين القوة والمقاومة .

وعلى ذلك يجب أن يكون وزن الولد مساوياً تماماً لوزن البنت فعندما تتحرك هي إلى أسفل يتحرك هو إلى أعلى وعندما يتحرك هو إلى أسفل تتحرك هي إلى أعلى وقد سبق أن بينا أن المستوى المائل يوفر في بذل القوة ، وكذلك الحال في بعض الروافع وإن لم يكن هو الحال فيها كلها .





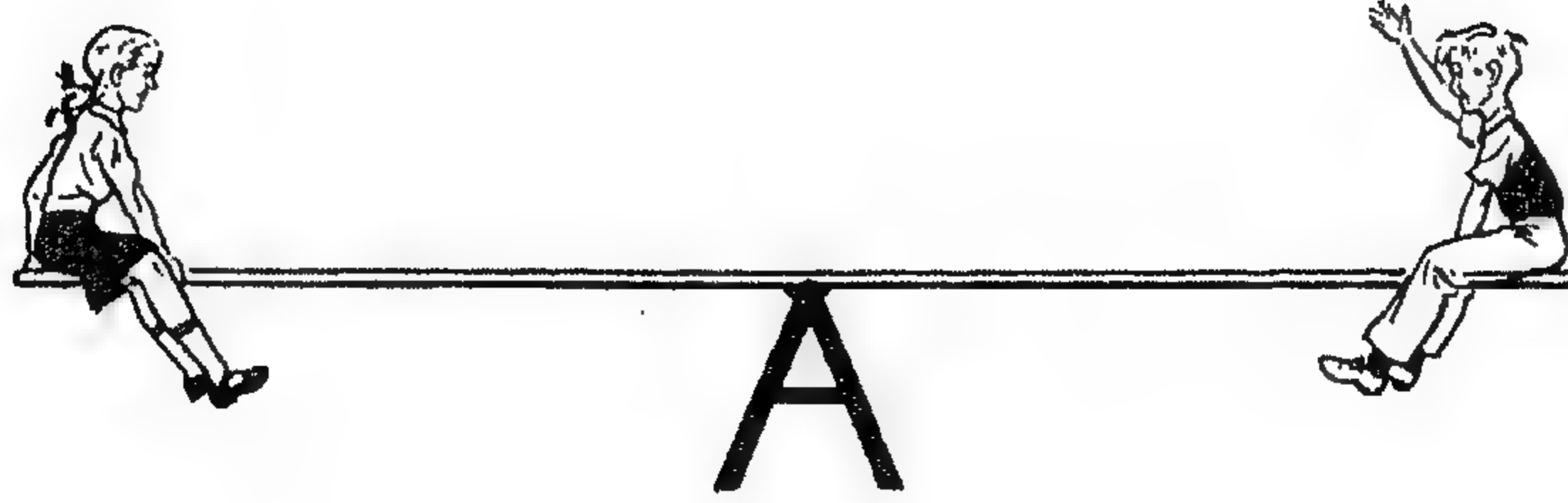


فالرجل الذى يخلع العمود من الأرض ، والكشاف الذى يستعين بالعتلة كلاهما يوفر القوة باستخدام الرافعة ، فلا العمود يمكن خلعه ، ولا الحجر يمكن رفعه دون الاستعانة بالآلة — ولكنك إذا نظرت إلى الرسوم لاحظت أن المسافة التى تتحركها الأيدي أكبر بكثير من المسافة التى يتحركها العمود أو الحجر فكلاهما يستبدل المسافة بالقوة . . تماماً كما حدث فى المستوى المائل . فالرجل الذى يخلع العمود يبذل قوته إلى أعلى على حين أن الكشاف الذى يرفع الحجر يبذل قوته إلى أسفل ، فأولا وقبل كل شئ عليك أن تقرر اتجاه الحركة .

فعندما يحرك الولد الذى يصطاد السمك إصبع قدمه مسافة قصيرة إلى أسفل فإن الطرف المربوط فيه خيط السمك « السنارة » يتحرك مسافة طويلة تكفى لانتزاع السمكة من الماء ، ولكن الولد لكى يرفع السمكة بسنارته عليه أن يبذل قوة أكبر من تلك التى يبذلها إذا ما رفع السمكة من الماء بكلتا يديه . فهو هنا يستبدل القوة بالمسافة .

وبدئى أنه بحركة الطرف الذى به السمكة مسافة أكبر فإن سرعة الحركة ستكون أكبر وعلى ذلك يكون اكتساب المسافة فى الآلة البسيطة معناه أيضاً اكتساب السرعة .





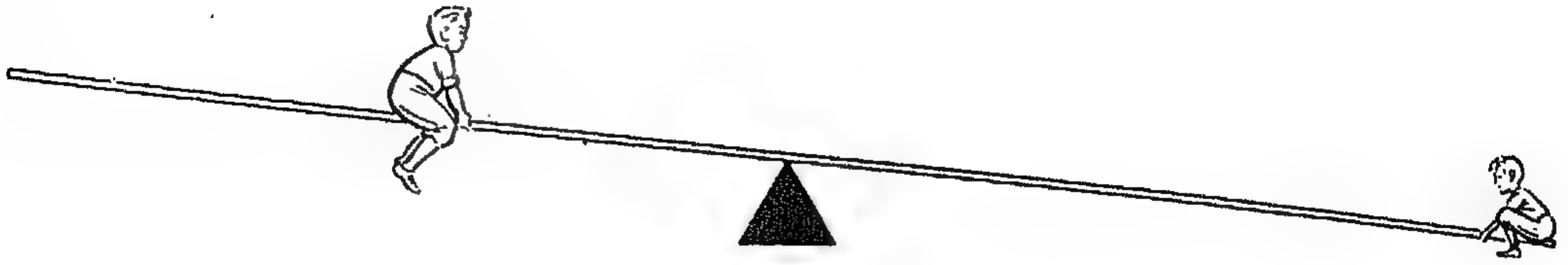
كذلك تستبدل الفتاة التي تصطاد السمك القوة بالمسافة فعندما تحرك يدها مسافة بسيطة ، تنزع السمكة بسرعة من الماء مسافة أطول . ولكنها قد تعجز عن هذه العملية في حالة وجود سمكة كبيرة .

أما في حالة أرجوحة الأطفال فلا يوجد استبدال لا للقوة ولا للمسافة ؛ فالولد يرتفع إلى أعلى مسافة تساوي المسافة التي تتحركها البنت إلى أسفل ، وهو أيضاً يتحرك إلى أسفل بمقدار ما تتحرك هي إلى أعلى ، كذلك لا يوجد وفر في القوة فكلاهما يزن ٤٠ كيلوجرام وهو يأخذ كل وزنه البالغ ٤٠ كيلوجرام لكي ترفعها إلى أعلى ، وبنفس الكيفية تأخذ كل وزنها البالغ كيلوجرام لكي ترفعه إلى أعلى . وإنما تنحصر أهمية الرافعة التي يكون محور ارتكازها في الوسط في أنك تستطيع أن ترفع الشيء إلى أعلى بالدفع إلى أسفل . ترى ما هي فائدة الرافعة ؟

تعرف المسافة بين القوة ومحور الارتكاز بذراع القوة ، والمسافة بين المقاومة ومحور الارتكاز بذراع المقاومة — فإذا كانت ذراع القوة أطول فإنك تكسب وفراً في القوة ، وإذا كانت ذراع المقاومة أطول فإنك تكسب وفراً في المسافة — أما إذا كان الذراعان متساويين فإنك لا تكسب وفراً في القوة أو في المسافة .

لنفرض أنك تريد أن ترفع حجراً باستخدام عتلة كما فعل الكشاف ولكنه كان من الثقل بحيث لم تتمكن من رفعه فإذا يمكنك أن تفعل به ؟ ربما استعنت بشخص آخر لمساعدتك ، أما إذا كان مفروضاً عليك أن تحركه بنفسك فلا مناص من أحد حلين :





الأول باستخدام عتلة طويلة حيث تكون ذراع القوة أكبر فتوفر بذلك من قوتك ، والثاني أن تجعل محور الارتكاز قريباً جداً من الحجر وبذلك أيضاً تكون ذراع القوة أكبر ، وفي نفس الوقت يجعل ذراع المقاومة أصغر .

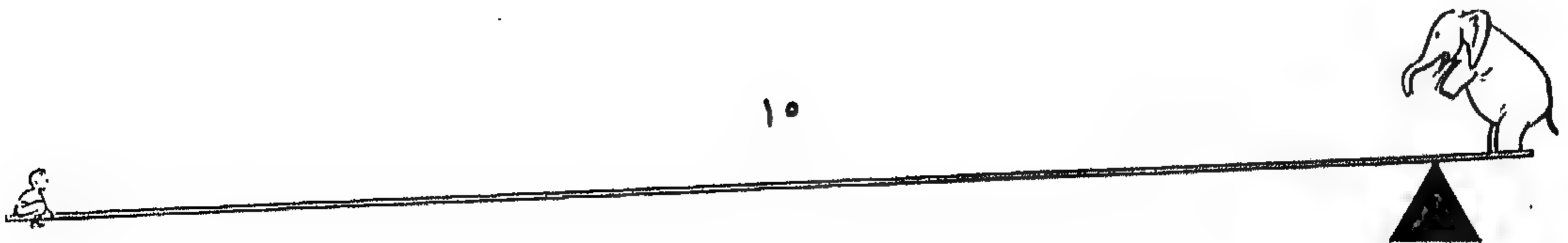
ويمكن لولد صغير أن يرفع آخر أكبر منه بوساطة الأرجوحة ، وذلك بأن يجلس على أبعد مسافة ممكنة من محور الارتكاز . وإذا كان وزن الولد الكبير ضعف وزن الصغير كان على الصغير أن يجلس على مسافة من محور الارتكاز ضعف المسافة بين الولد الكبير ومحور الارتكاز .

وعلى ذلك يمكن لولد صغير أن يلعب بالأرجوحة حتى مع فيل ضخم إذا هو استخدام أرجوحة ذات طول مناسب وقوة احتمال مناسبة .

وقال أرشميدس — أشهر علماء الإغريق ذات مرة : « أعطنى المكان الذى أقف عليه ، ومحور ارتكاز من أى نوع وأنا أستطيع أن أرفع الكرة الأرضية باستخدام رافعة . »

وفي الحقيقة يستطيع أى شخص أن يفعل ذلك ، إذا هو فكر فى طول ذراع القوة ، إنه سيكون طويلاً جداً ، وعلى ذلك إذا كنت تريد توفير القوة برفعك فعليك بإطالة ذراعها . فمثلاً إذا كان طول ساق « السنارة » التى تصطاد بها الفتاة ضعف طولها الأصلى كان فى إمكانها شد السمكة إلى ما هو أبعد مرتين « بسرعة » أكبر مرتين عندما تحرك يدها بنفس الكيفية فى المرة السابقة .

والروافع شىء عادى وكثير الاستخدام كآلة بسيطة ، وسنرى فيما بعد كيفية تركيب هذه الآلات .





## البكرات :

تمكن عادا وأحمد - باستخدام البكرة - من رفع العلم خفقا إلى أعلى الصاري وذلك بجذب أحد طرفي الخيط إلى أسفل ، ولكنهما لم يكتسبا أى وفر في القوة باستخدام هذه البكرات ؛ فالقوة التى بذلها الولدان أكبر بقليل من وزن العلم الذى لا يتجاوز ١٠٠ جرام .

كذلك لم يكتسبا أى وفر في المسافة - فلكى يرفعا العلم ثلاثة أمتار إلى أعلى كان عليهما جذب الخيط ثلاثة أمتار إلى أسفل .

في البكرة التى استخدمها الولدان كانت ذات خيطين كما في الشكل (١) من الصفحة . وتشبه في ذلك الرافعة التى يتوسط محور ارتكازها المسافة بين القوة والمقاومة والتي لا تحقق وفراً في المسافة أو القوة المبذولة . . إلا أنها تبين إمكانية رفع الشيء إلى أعلى بجذب الخيط إلى أسفل .

ويسمى مثل هذا النوع من البكرات . . أحادى ، لأن خيط واحد فقط هو الذى يرفع الجسم إلى أعلى ، مع وجود تجويف في محيط البكرة يستقر فيه الخيط ، ويحفظه من الانزلاق عن حافة البكرة .

من ذلك نتبين أن الولدين قد استخدموا بكرة أحادية ، كذلك يمكن استخدام بكرتين أو أكثر ، تحفظ في إطار من الخشب أو المعدن وتسمى بمجموعة بكرات .

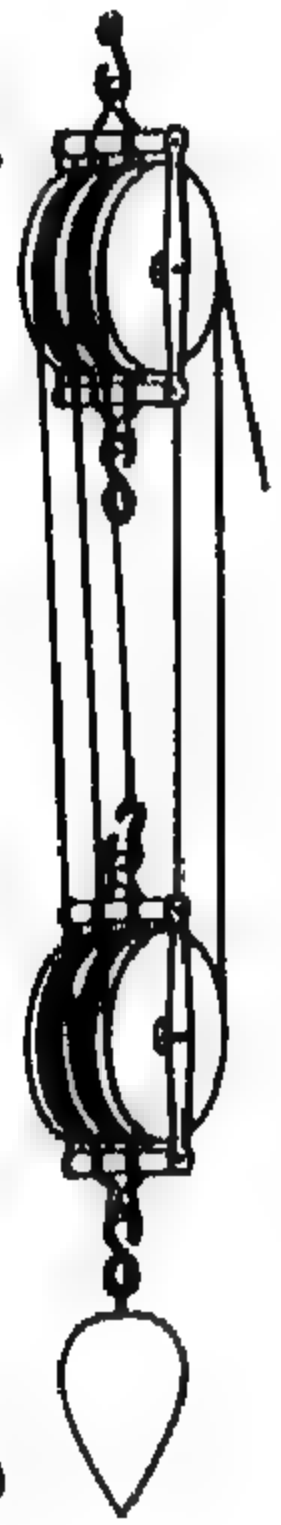
ويمكن استخدام هذه المجموعة كما في الشكل المبين بهذه الصفحة والصفحة التالية بالحروف ب ، ح ، د ، هـ ، و - وكل الخمسة من هذه المجموعات توفر في القوة على حساب المسافة حيث يمكن لشخص واحد أن يرفع ثقلًا كبيراً جداً .







فيربط الجسم في أحد طرفي الحيط عند رفعه بوساطة بكرة أحادية . أما في نظام مجموعة البكرات فيربط الجسم إلى أحد البكرات وهي السفلى فتند جذب الحيط ترتفع البكرة السفلى حاملة الثقل إلى أعلى - وفي ( ب ) تتكون المجموعة من بكرتين وطيه واحدة لرفع الجسم - فإذا افترضنا أن وزن البكرة السفلى والجسم معاً ٦٠ رطلاً فإنه يجب بذل قوة تعادل ٣٠ رطلاً لرفع الجسم بمثل هذه المجموعة. ولكن علينا أن نجذب الحيط إلى أسفل قدمين لكي يرتفع الجسم قدماً واحدة فقط .



أما في ( ج ) حيث تتكون المجموعة من بكرتين وثلاث طيات من الحيط فيمكنك بذل قوة تعادل ٢٠ رطلاً لرفع حمل وزنه ٦٠ رطلاً - ولكن عند جذب الحيط إلى أسفل ثلاث أقدام يرتفع الجسم قدماً واحدة فقط .

أما في ( د ) فهي عبارة عن مجموعة رباعية حيث يمكن تتبع أربع طيات من الحيط تعمل على رفع الجسم ، ففي مثل هذه المجموعة يستطيع الإنسان أن يرفع ما تزن حملته ٦٠ رطلاً بما تعادل قوته ١٥ رطلاً فقط .



ونظير ذلك عليك أن تجذب الحيط إلى أسفل ٤ أقدام لكي يرتفع الجسم قدماً واحدة - فهل يمكنك الآن أن تتبع النظام في المجموعتين هـ ، و وهل يمكنك أن تتبين مقدار القوة اللازمة لرفع حمل وزنه ٦٠ رطلاً في كل حالة ؟

وكم قدماً من الحيط يجب شله إلى أسفل حتى يرتفع الجسم قدماً ؟ ومن الجدول الموجود في أعلى الصفحة التالية يمكنك أن تعرف مدى صحة إجوابك ؟

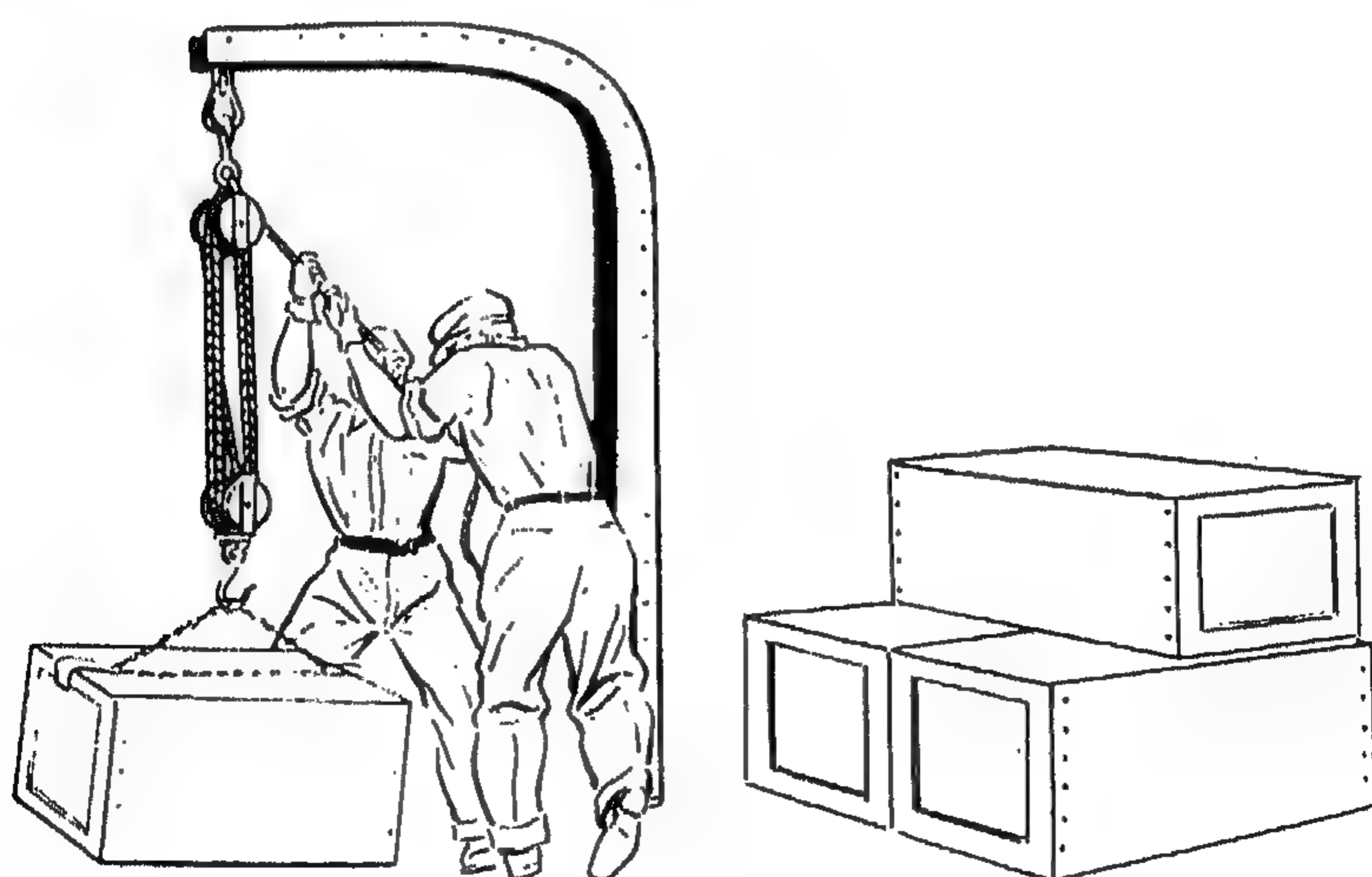


كم عدد الخيوط	مقدار القوة اللازمة لرفع جسم وزنه ٦٠ رطلا	كم قدماً يتحركه الخيط لرفع الجسم قدماً واحدة فقط
٥	١٢ رطلا	٥ أقدام
٦	١٠ أرطال	٦ أقدام

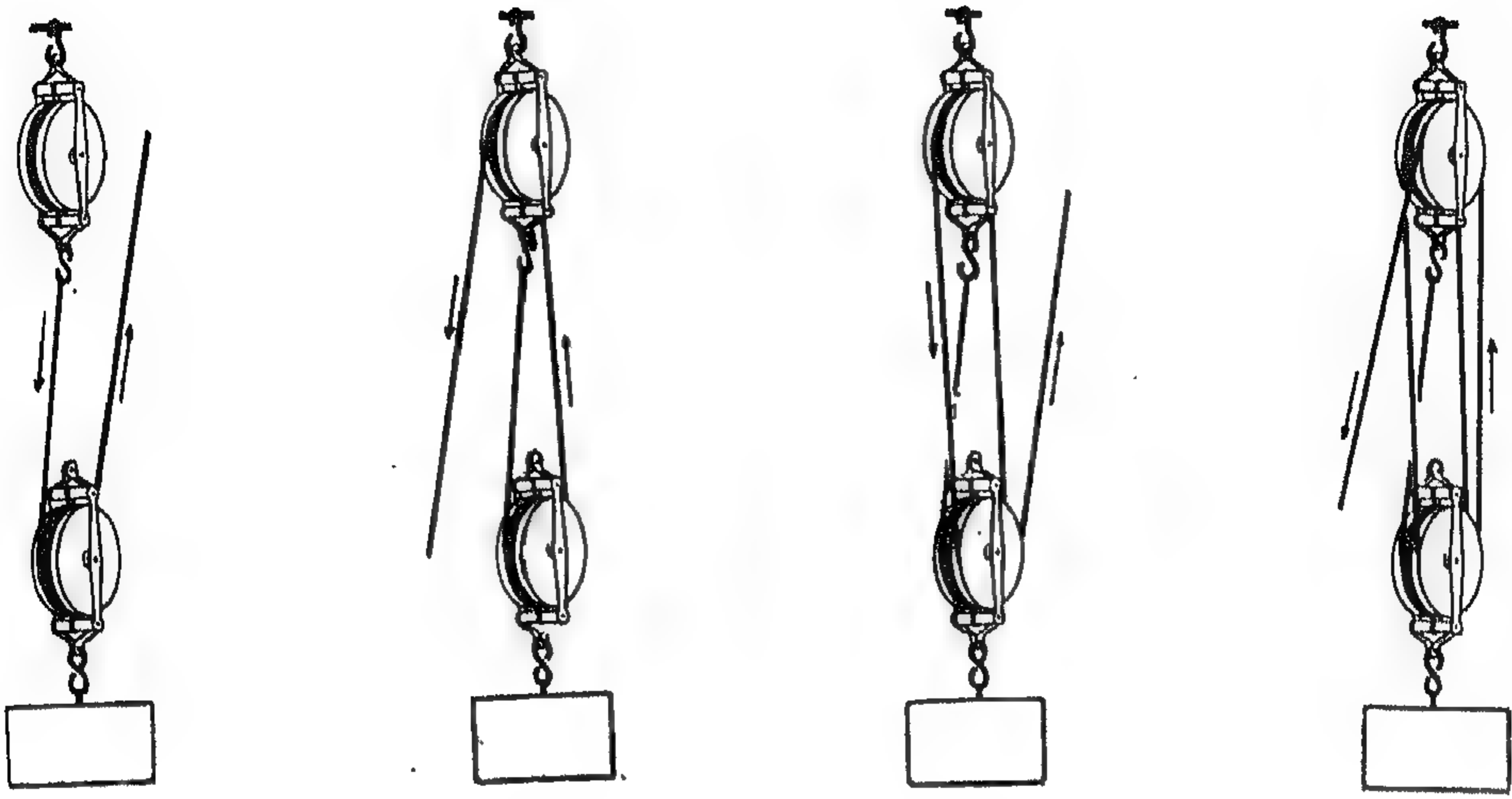
وتوضح الصورة في هذه الصفحة ونش يمكن بواسطته رفع صندوق ثقيل . وأى ونش عبارة عن مجموعة من البكرات ، وعند استخدام ونش ووجدت أنك تبذل قوة أكبر من طاقتك . فما هو التعديل اللازم لإدخاله حينئذ على نظام البكرات ؟

إذا وجدت تجاويف غير مستخدمة في البكرتين فيمكن زيادة عدد طيات الخيط فإذا وجدت أن جميع التجاويف مستخدمة فما عليك إلا أن تحضر ونشاً آخر له تجاويف فارغة أكثر .

هل تذكر أرشميدس عندما قال إن في إمكانه رفع الأرض برافعة إذا توفر لديه المكان الذي يقف فيه والرافعة المناسبة . إن هذا القول ينطبق أيضاً على البكرات المناسبة والحبل القوى الطويل ومكان الارتكاز فبواسطتها يمكن رفع الأرض .







ربما توحى لك الصور أن تركيب مجموعة من البكرات أمر صعب ولكنه في الحقيقة شيء بسيط ففي الرسم الموجود في أعلى الصفحة أربعة أشكال تبين كيفية عمل بكرات بأربع طيات .

فإذا دقت النظر بعناية في هذه الأشكال على صفحتي ١٦ ، ١٧ فإنك ستعرف الطريقة التي تكون بها طيتين وأربع طيات وست طيات . . هذا بغير الطريقة التي تكون بها ثلاث طيات وخمس طيات وهكذا .

ففي الحالة الأولى يثبت أحد طرفي الخيط في البكرة العليا . أما في الحالة الثانية عندما يكون عدد الطيات فردياً يثبت طرف الخيط في البكرة السفلى .

وتبين جميع الأشكال في صفحتي ١٦ ، ١٧ كيف يمكن رفع حمل بجذب طرف الخيط إلى أسفل ولكن في جميع هذه المجموعات ما عدا الأولى يمكن رفع الثقل إلى أعلى بجذب الخيط إلى أعلى وذلك يجعل طرف الخيط يتجه إلى أعلى .

وتستخدم البكرات في رفع الكتل في الغابات ورفع البيانو إلى الأدوار العليا . وتستخدم في شحن وتفريغ المراكب . ويستخدمها كذلك طلائى البناء في رفع السقالات لطلاء البناء العالي .

من ذلك نتبين مدى أهمية البكرات كآلات نافعة .



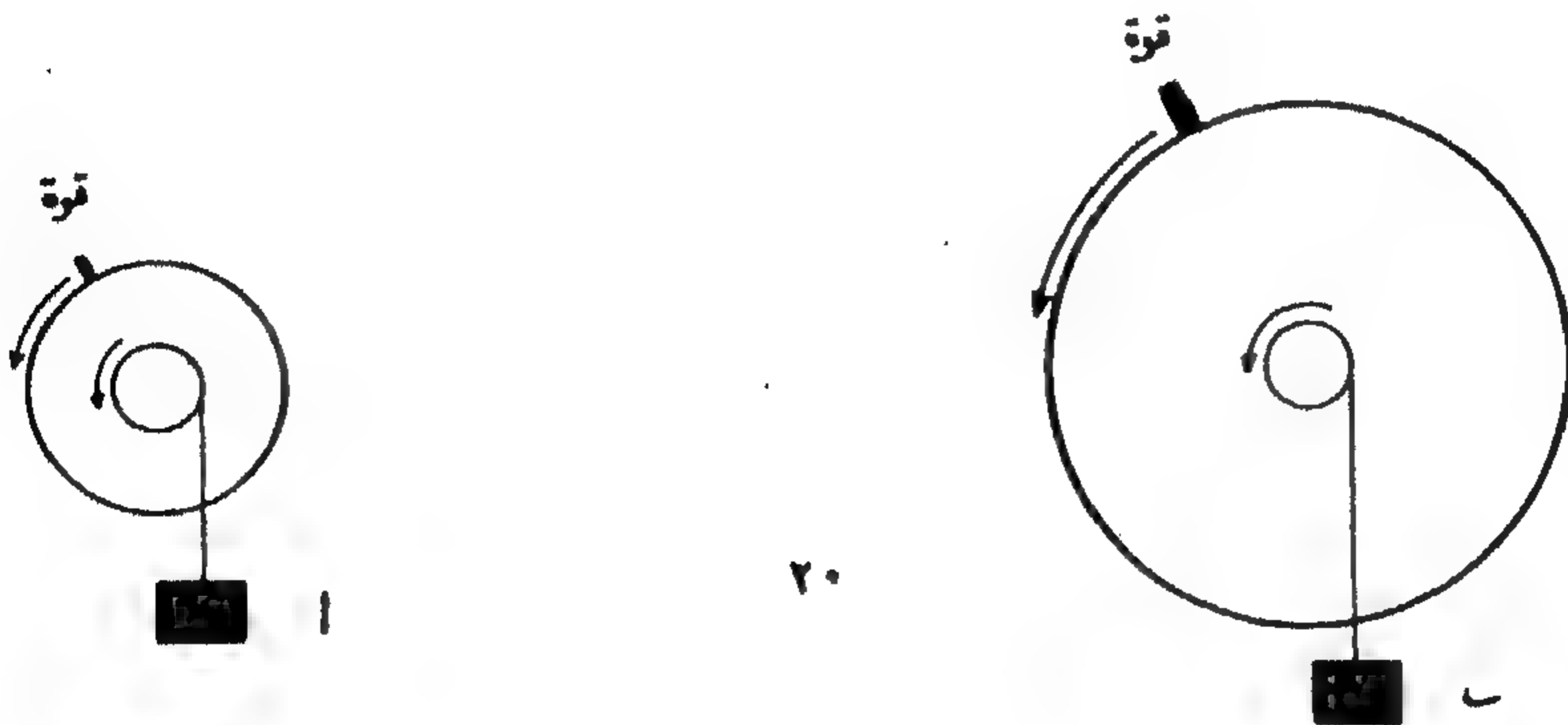
## الملفاف :

ربما أخذتك الحيرة عندما وجدت أن عادلاً وأحمد قد استخدموا عجلة ومحور ، وربما لم تستطع أن تميز أى عجلة في صورة الملفاف ، فاليد أو الكرنك في الملفاف هو العجلة وقد يكون جزءاً منها ، إلا أنه يقوم مقام العجلة ، والقضيب الذي يلف حوله الحبل هو المحور – ففي كل ملفاف توجد عجلة كبيرة أو جزء من عجلة ومحور أو عجلة أصغر منها ، وتدور في نفس الاتجاه .

ويكثر استخدام الملفاف في الريف لرفع المياه في دلاء « جرادل » من الآبار بدلا من الطلمبات وربما لم تفكر حتى الآن في أن مقبض الباب ما هو إلا عجلة ومحور ، أى إنه نوع من الآلات البسيطة ، فالمقبض هو العجلة ، أما القضيب المثبت فيه فهو المحور – حيث يدير القضيب لسان القفل بإدارة المقبض .

ويسهل كذلك استنتاج أن عجلة للقيادة في السيارة ما هي إلا عجلة ومحور وكذلك العجلات الخلفية فيها إذا كانت هي التي تدفع السيارة . وقد يتمكن الولدان من رفع الأحمال – باستخدام الملفاف – عندما تكون في العجلة التي يديرانها بالكرنك وهي أكبر بكثير من محيط المحور .

ولما كانت إدارة العجلة في اتجاه واحد تجعل المحور يدور في نفس الاتجاه بمقدار عدد الدورات ذاتها كان عليهما تحريك الكرنك حوالى ست أقدام كي يرتفع الحمل إلى أعلى قدماً واحدة أى إنهما تمكنا بواسطة الملفاف من إحداث وفر في القوة على حساب المسافة .



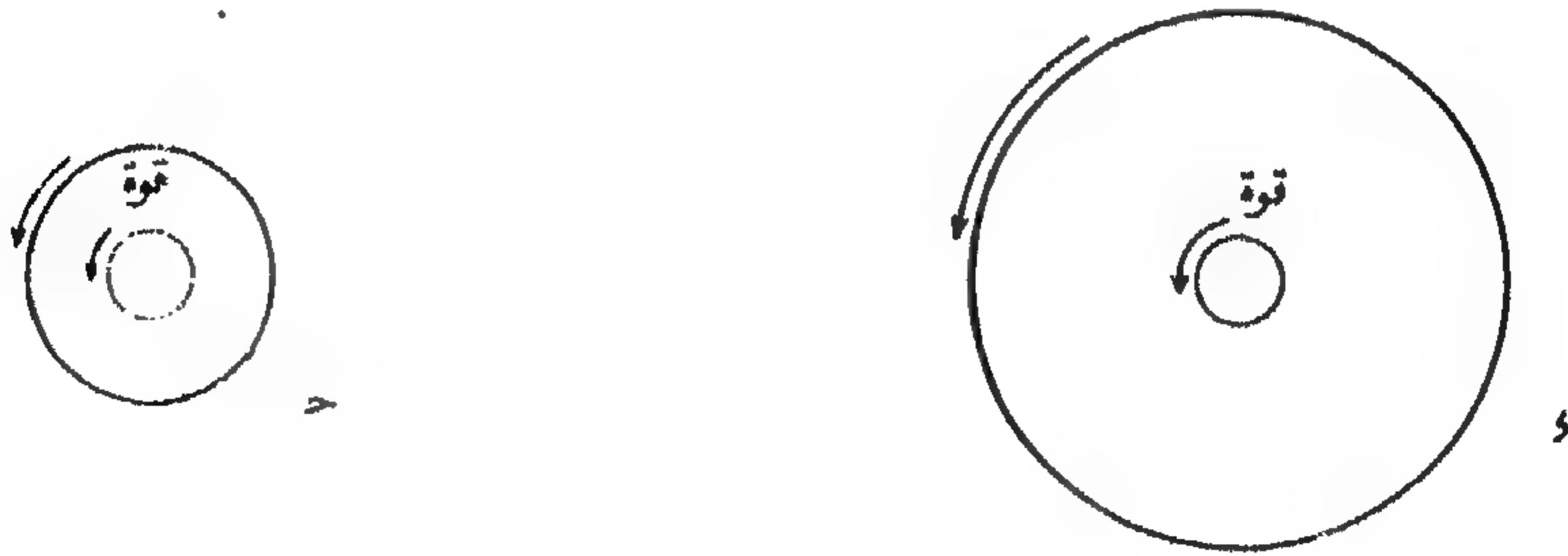


لنفرض أن سائق سيارة نقل كبيرة وجد صعوبة في توجيه السيارة فعليه حينئذ أن يستبدل عجلة القيادة بأخرى أكبر منها . كما كان على عادل وأحمد أن يجعلوا يد الملفاف أطول إذا لم يتمكنوا من رفع حمليهما إلى أعلى .

وفي الرسوم الموجودة في صفحة ( ٢٠ ) يبين الشكل ( ١ ) عجلة ومحور من شأنها التوفير في القوة المبذولة — وكذلك في ( ب ) حيث يمكن استخدام ( ب ) بسهولة أكبر في رفع حمل زنته عشرة أرباطال عنها في حالة استخدام ( ١ ) ونلاحظ أن حجم المحور في كليهما متساو ولكن العجلة في ( ب ) أكبر .

فالملفاف ذو العجلة الكبيرة والمحور الصغير يشبه الرافعة التي فيها ذراع القوة أكبر من ذراع المقاومة . أما المحور والعجلة في الشكل ( ح ) فهي لا توفر في القوة وإنما تستبدل القوة بالمسافة والسرعة فإذا ما أدير المحور تسبب ذلك في إدارة العجلة — وكذلك الحال في العجلتين الخلفيتين في السيارة — أما في الرسم ( د ) فهي كحالة ( ح ) إلا أن نسبة العجلة إلى المحور أكبر منها في حالة ( ح ) فالسيارة تسير بسرعة أكبر إذا كانت العجلتين الخلفيتين بنفس نظام ( د ) عما لو كانت بنظام ( ح ) ولكن تحتاج إلى بذل قوة أكبر .

ويجب أن نؤكد شيئين هامين في العجلة والمحور ، فيوفر الملفاف في القوة إذا كانت العجلة هي التي تدير المحور . أما إذا كان المحور هو الذي يدير العجلة فإن الملفاف يوفر في المسافة والسرعة .







### الإسفين: (الآلات الحادة):

أشرنا من قبل إلى أن البلطة التي قطع بها أحمد الشجرة ما هي إلا إسفين حيث إنها في الحقيقة ما هي إلا جانبان مستويان يميل كل منهما على الآخر – أي يكونان مستويين مائلين .

وباستخدام المستوى المائل يمكن تحريك جسم إلى أعلى أو إلى أسفل بسهولة أكبر . أما عند استخدام الإسفين فأنت تدفعه في جسم آخر ويمكن بدفع مثل هذه الآلة الحادة تحت جسم من تحريكه مسافة بسيطة جداً – لذا فإنها لا تستخدم عادة بهذه الصورة ولكننا نستخدمها لفلق الأشياء . ويقطع الولد في أعلى الصفحة جذع الشجرة إلى قسمين فكلما دفع الإسفين مسافة أكبر في الشجرة ، تباعد النصفان ، حتى ينفصلا .

وعلى ذلك فالإسفين يوفر في القوة نظراً لأنه سطح مائل فإذا استخدم الفتى قطعة لها نفس السمك المتماثل . . كما أمكنه شق قطعة الخشب لأنه بذلك يحتاج إلى بذل قوة كبيرة في حين يمكنه ذلك بسهولة في حالة استخدام الإسفين . ويوجد في الصفحة التالية رسمان لنوعين من الإسفين ١ ، ب لقمة كل منهما نفس السمك – ولكن الإسفين (ب) أطول من الإسفين ( ١ ) لذا فإنه يمكن دفعه في أي جسم بسهولة أكثر من دفع ( ١ ) ولكن ذلك يكون في مقابل دفعه مسافة أطول .

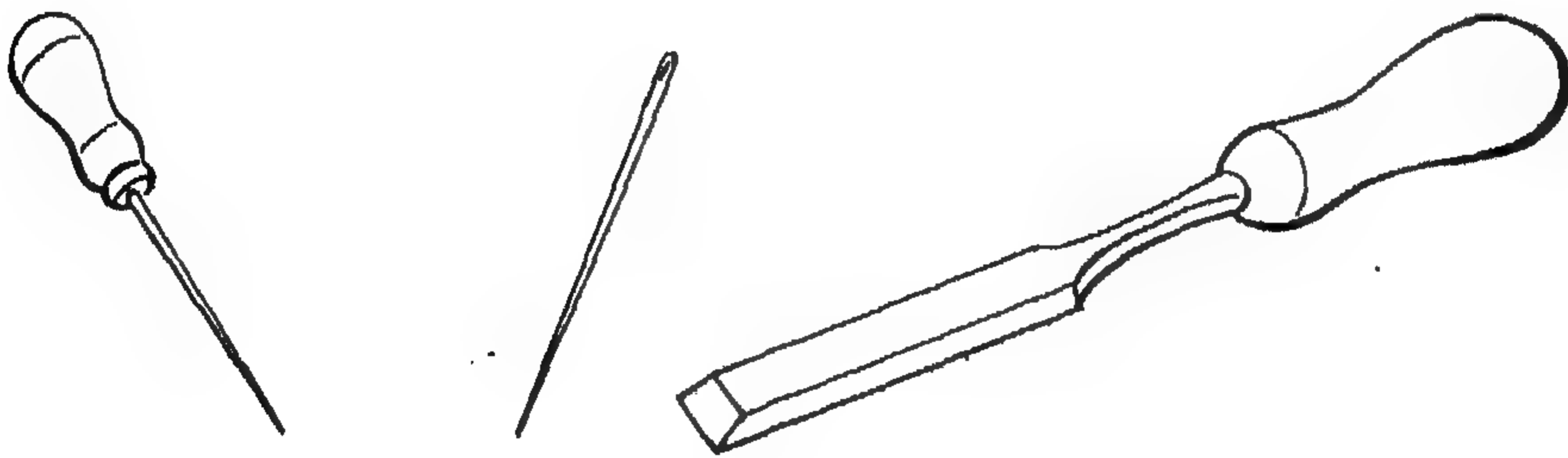


من ذلك نتبين أننا نقتصد في بذل القوة عن طريق الدفع مسافة أطول حيث إنه باستخدام ( ١ ) ندفعه مسافة بوصة ليتباعد الخشب  $\frac{1}{4}$  بوصة . بينما نحتاج إلى دفع (ب) مسافة بوصتين ليتباعد الخشب مسافة  $\frac{1}{4}$  بوصة . وكثير من آلاتنا عبارة عن إسفينات ، وتبين الأشكال الموجودة أسفل الصفحة بعضاً منها .

فهل فكرت من قبل في أن إبرة الحياكة عبارة عن آلة ، وأن الإبر عبارة عن إسفينات ؟ فإذا حاولت الحياكة باستخدام إبرة ليس لها سن مدببة لعرفت كيف توفر السن الحادة من القوة المبذولة .

والسكين إسفين وربما تندمش الفتاة في الشكل الموجود بصفحة ( ٣٥ ) إذا قلت لها إنك تستخدمين إسفيناً لقطع الكعكة — ولكن تلك هي الحقيقة ، وأحياناً يبلى الحرف الحاد للسلاح وعندئذ لا يتقابل السطحان المائلان وعندئذ يجب أن يشحذ الإسفين — هل تستطيع أن تتبين في الرسم الفرق بين سكين حادة وأخرى غير حادة ؟

واستخدام الإسفينات معروف منذ آلاف السنين — في العصر الحجري عمل الإنسان إسفينات من الصخر دون أن يعرف أنها آلات توفر القوة على حساب المسافة وكل ما عرفوه هو أنه باستخدامها يمكن قطع الأشياء التي يتعذر عليهم قطعها . أما في العصور التالية فقد تعلم الإنسان كيف يصنع الإسفين من المعادن التي تفوق الحجر في المتانة وأفضل الإسفينات اليوم هو ما صنع من بعض المعادن التي أهمها الصلب .





## الحلزون :

تعتبر « البريمة » سطحاً مائلاً يدور حول نفسه بدلاً من أن يسير في خط مستقيم ، فالسلم الدائري الذي يصعد إلى أعلى البرج هو أيضاً حلزون ، وكذلك الطريق الذي يؤدي إلى قمة التل - ربما تفكر مباشرة في المسار « البريمة » ، عند سماع كلمة حلزون ، كما هو في الشكل ( ١ ) ولكن هذه البريمة لا تشبه في الكثير أو القليل الطريق الحلزوني حول التل ولكنك إذا دقت النظر فسترى فعلاً أن الطريق يدور ويلف حول محور المسار - ويسمى هذا الطريق بخيط الحلزون .

وسيساعدك الشكل الموجود في أسفل صفحة ( ٢٥ ) على تفهم أن مسار « البريمة » ما هو إلا مستوى مائل ، فعند لف قطعة ورق لها حرف حول المسار فإن هذا الحرف يمثل خيط الحلزون . ويمكن استخدام الحلزون كالسطح المائل لرفع أو دفع ثقل ما . أو استعماله كأسفين يدفع داخل جسم . لذلك يمكن أن تستبدل القوة عن طريق استخدام الحلزون بمسافة وسرعة . ولقد استخدم عادل وأحمد الحلزون لتثبيت مروحة الهواء في مكانها فأخذا يديران المسار الحلزوني لكي يضغط المسار إلى الداخل ويلصق حرف المروحة على السور الخشبي وبذلك تثبت المروحة جيداً . ففي هذه الحالة استبدل

الولدان القوة بمسافة - والمساران الحلزونيان ( ١ ، ب ) لهما نفس الحجم ، ولكنهما يختلفان في ناحية هامة وهي أن خيط الحلزون متقارب جداً في ( ١ ) عنه في ( ب ) فهل تعرف أيهما يحترق قطعة من خشب بسهولة أكثر ؟

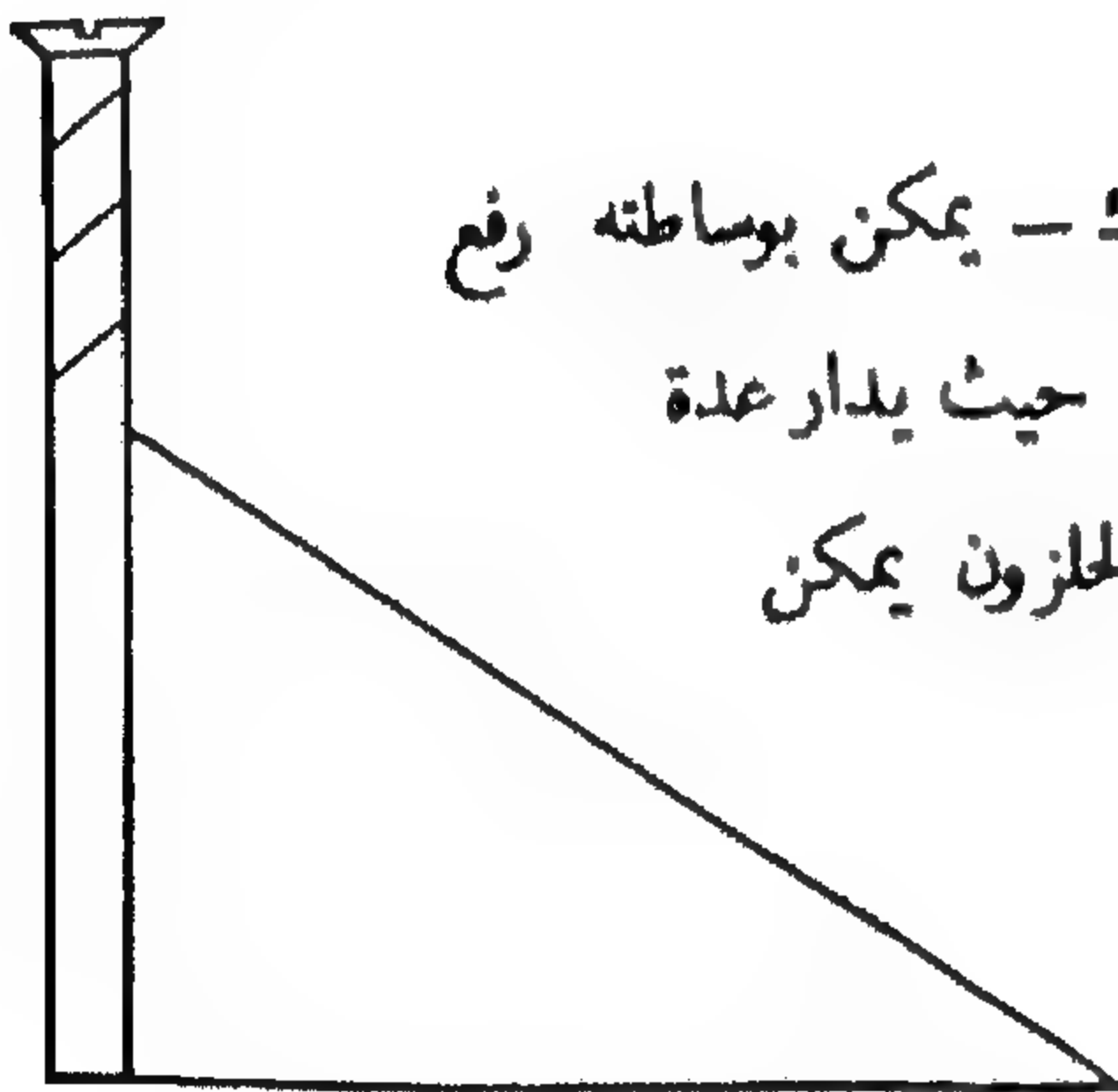




قطعاً إنه المسار ( ١ ) ولكن ذلك في نظير عدد أكبر من اللفات . فإذا تصورنا أننا فككنا خيطي الحلزون في المسارين ووضعناهما على استقامة واحدة كل إلى جانب الآخر ، لوجدنا أن طول خيط الحلزون ( ١ ) أكبر من طول خيط الحلزون ( ب )

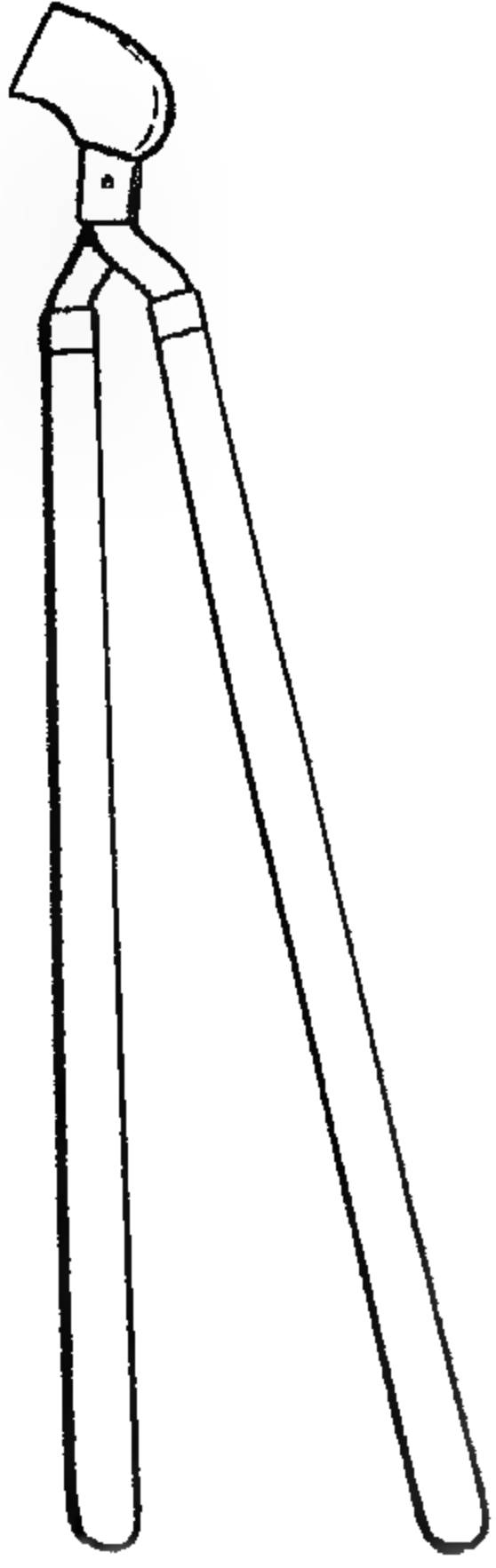
وإذا بحثت في صندوق آلاتك لوجدت عدة أنواع من المسامير الحلزونية و« الصواميل » ؛ فعند وضع « الصامولة » في نهاية المسار يمكن تقريبها من رأس المسار بدورانها في اتجاه ما . . أو إبعادها بدورانها في عكس الاتجاه ، والنظام في أساسه يعتمد على الحلزون .

ويعتبر محرك الطائرة حلزوناً – وكذلك تحتوي بعض القوارب على محرك حلزوني . وبين الشكل الموجود في أسفل صفحة ( ٢٤ ) الغطاء الحلزوني لإناء « برطمان » مربى ونلاحظ أنه من السهل نزع غطاء مثبت في صندوق بمسار عادي . . عن نزعها إذا كان مربوطاً بمسامير حلزونية . ومن ذلك نتبين مدى أهمية الحلزون في ربط الأشياء وفي الحجرة التي تجلس فيها الآن – ستجد كثيراً من المسامير الحلزونية حيث إننا نستعمل بعض أنواع الخشب الصلب للدرجة أنه يصعب دفع المسامير العادية في حين يسهل دفع الحلزون داخلها .



وربما يوجد حلزون كبير في مقعد مكتب والدك – يمكن بواسطته رفع أو خفض المقعد . وكذلك الحال في مقعد البيانو حيث يدار عدة دورات ليرتفع بوصة وهذا يذكرك بأنه باستخدام الحلزون يمكن توفير القوة على حساب المسافة .



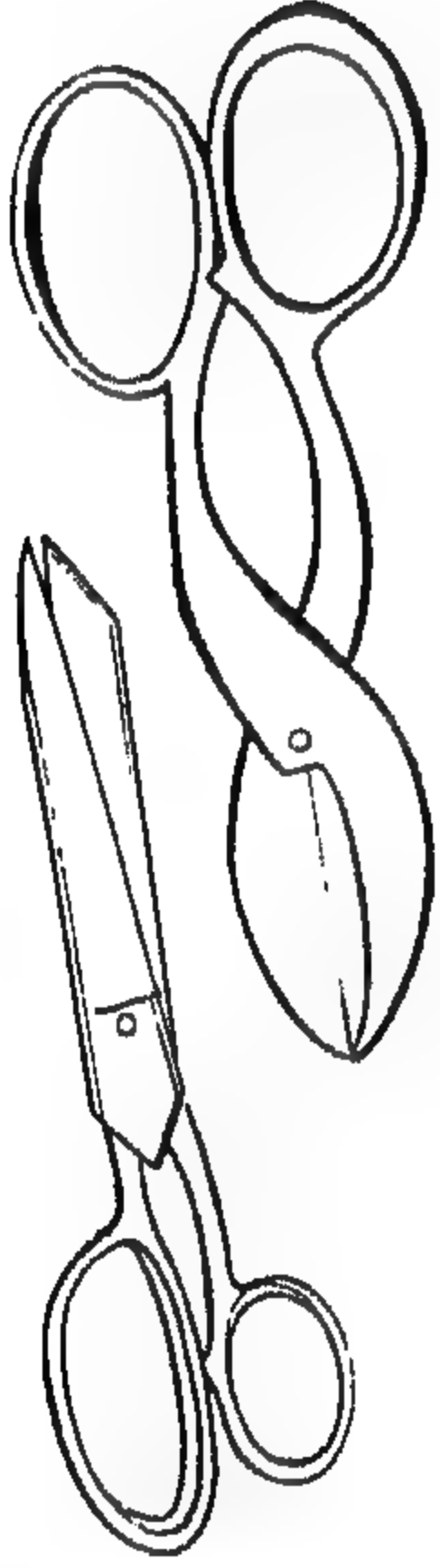


مجموعة من اثنين أو أكثر:

نتبين من الأشكال في هذه الصفحة والصفحتين التاليتين بعض من الآلات الشائعة الاستخدام وكلها عبارة عن تنظيم يضم آلتين بسيطتين أو أكثر .

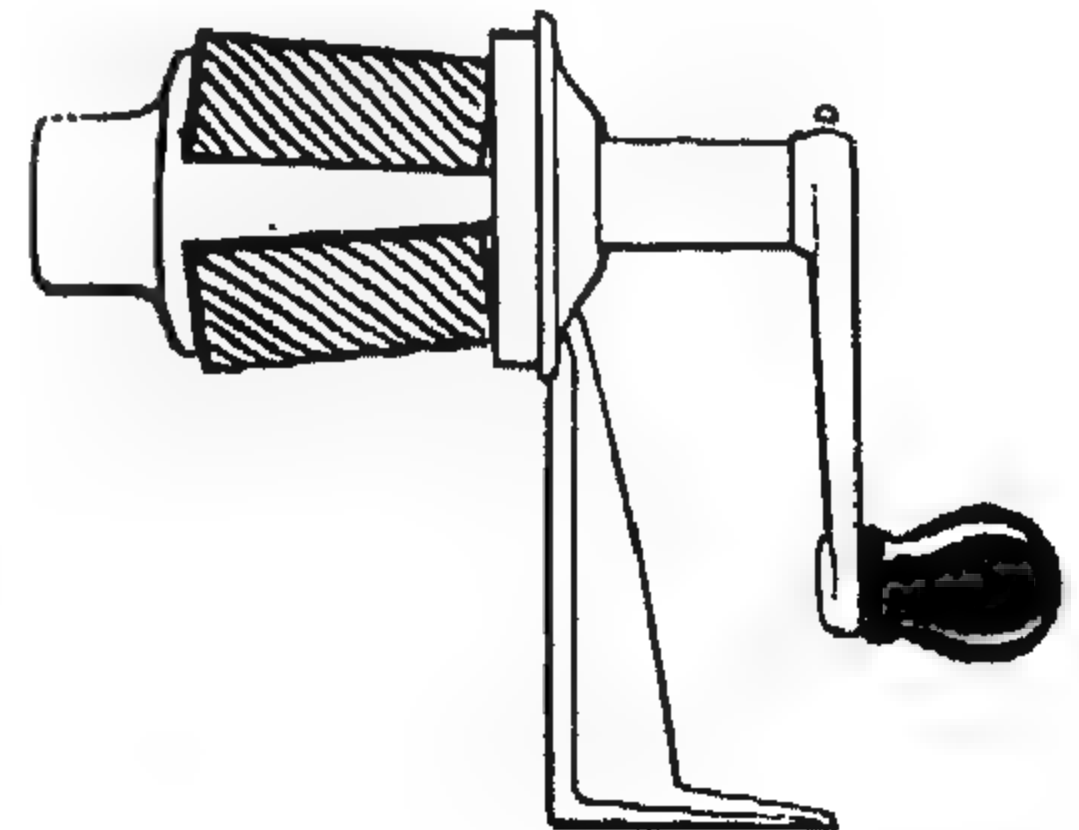
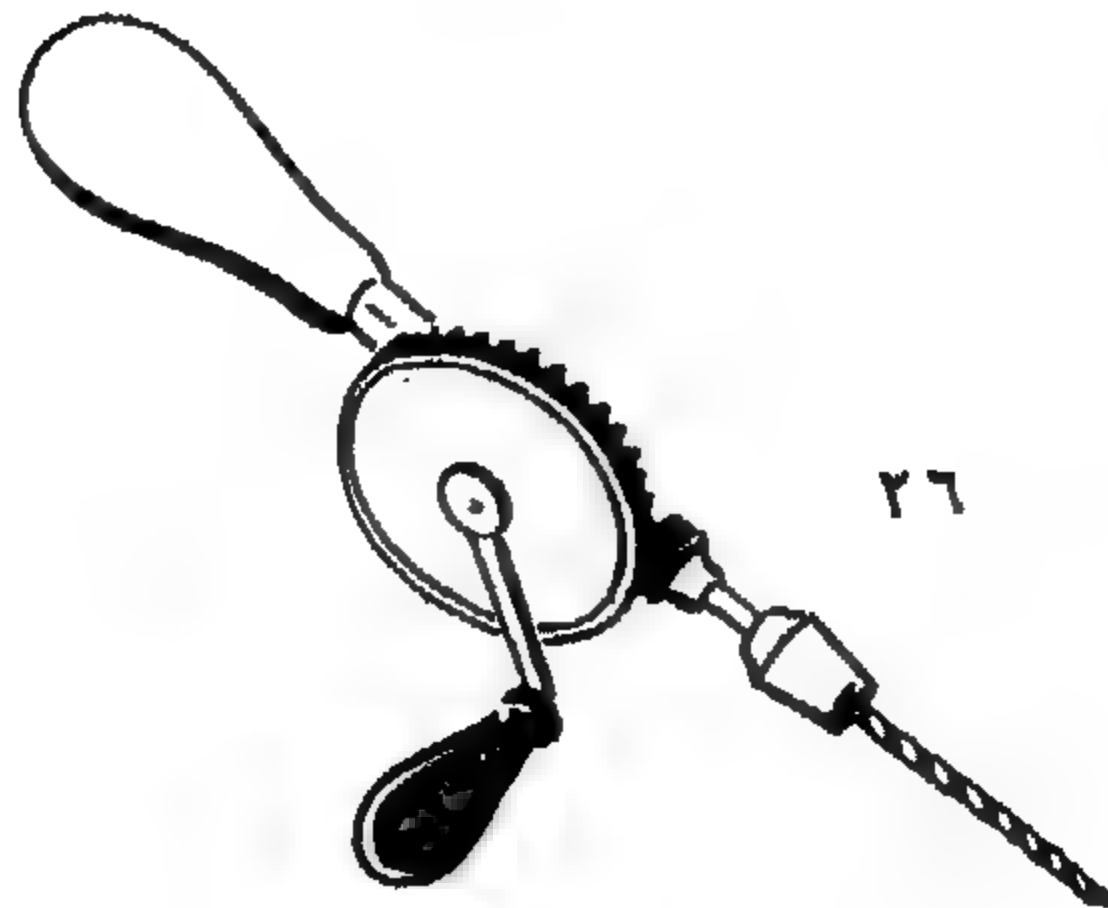
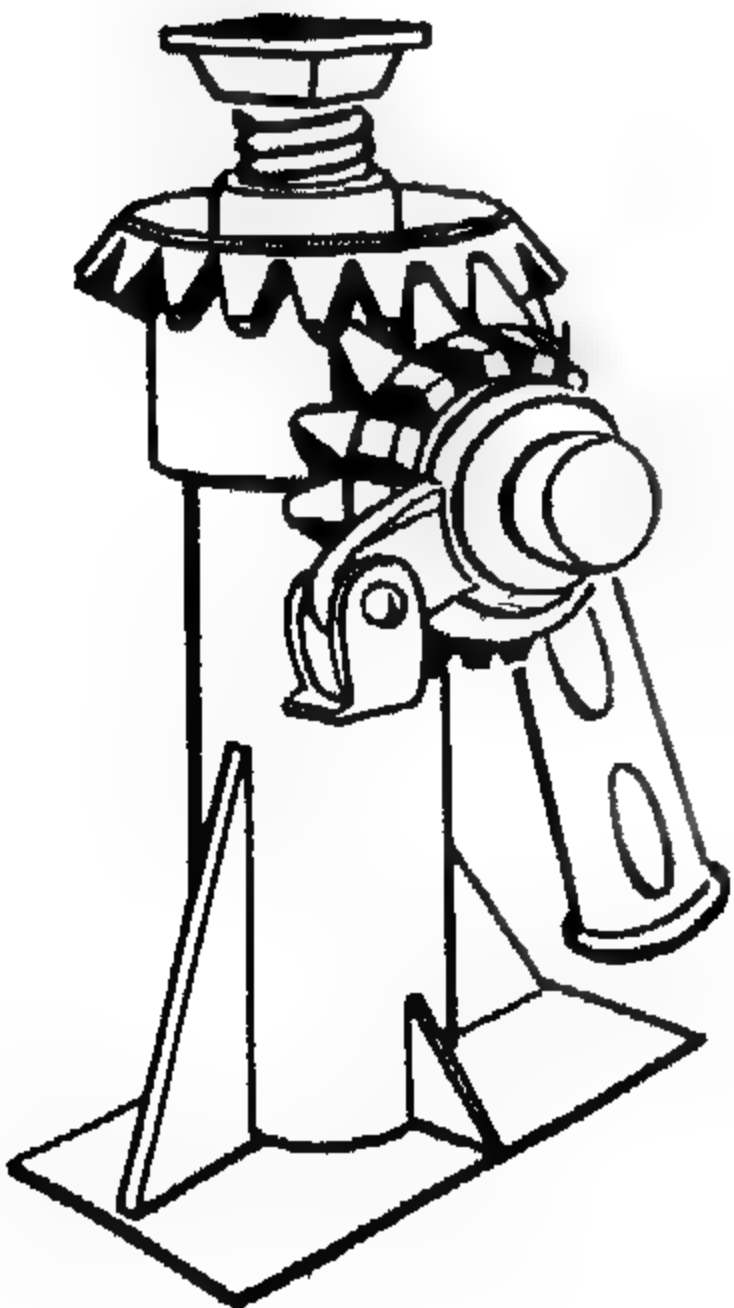
يتركب المقص العادي من رافعتين وإسفينين ومسمار « بريمة » . فالمسمار هو محور الارتكاز للرافعتين اللتين تحملان الإسفينين ، ولقصات المعادن أيدى طويلة وأسلحة قصيرة . فهل تدرك السبب ؟

إن الأيدى الطويلة هي أذرع القوة في الروافع ، وواضح أنك لا تستطيع قطع المعادن بالمقص العادي إلا إذا كان هذا المعدن ليناً ورقيقاً - لذا فإننا نطيل ذراع القوة حتى نوفر مقداراً كبيراً من القوة المبذولة .



وذراعاً مقص الأشجار طويلتان أيضاً حيث يستخدم هذا النوع لقص الأغصان الصغيرة ، ويرجع طول الذراعان إلى أن الأغصان تكون من القوة بحيث لا يمكن قطعها مباشرة بمقص عادي .

أما في حالة مقص الورق فهو على العكس من قصافة المعادن أو مقص الشجر ؛ إذ أن الذراع تكون قصيرة بينما تكون الأسلحة طويلة حيث إن الورق سهل القطع ولا يحتاج لوفر في القوة . وإذا حاولت قطع سلك معدني سميك بمقص فأين تضع السلك ؟ إذا كنت تفهم جيداً عمل الروافع فإنك ستضع السلك قريباً ما أمكن من محور الارتكاز حيث تكون ذراع القوة أطول من ذراع المقاومة عدة مرات ، وبذلك ينشأ لدينا قدر كبير من القوة .







وقطعاً يدخل في حسابنا بالإضافة إلى نوع المقص مدى حدة الأسلحة ؛ فهما كانت طول أذرع القوة فإن المقص يكون عديم الفائدة إذا كانت الأسلحة غير حادة .

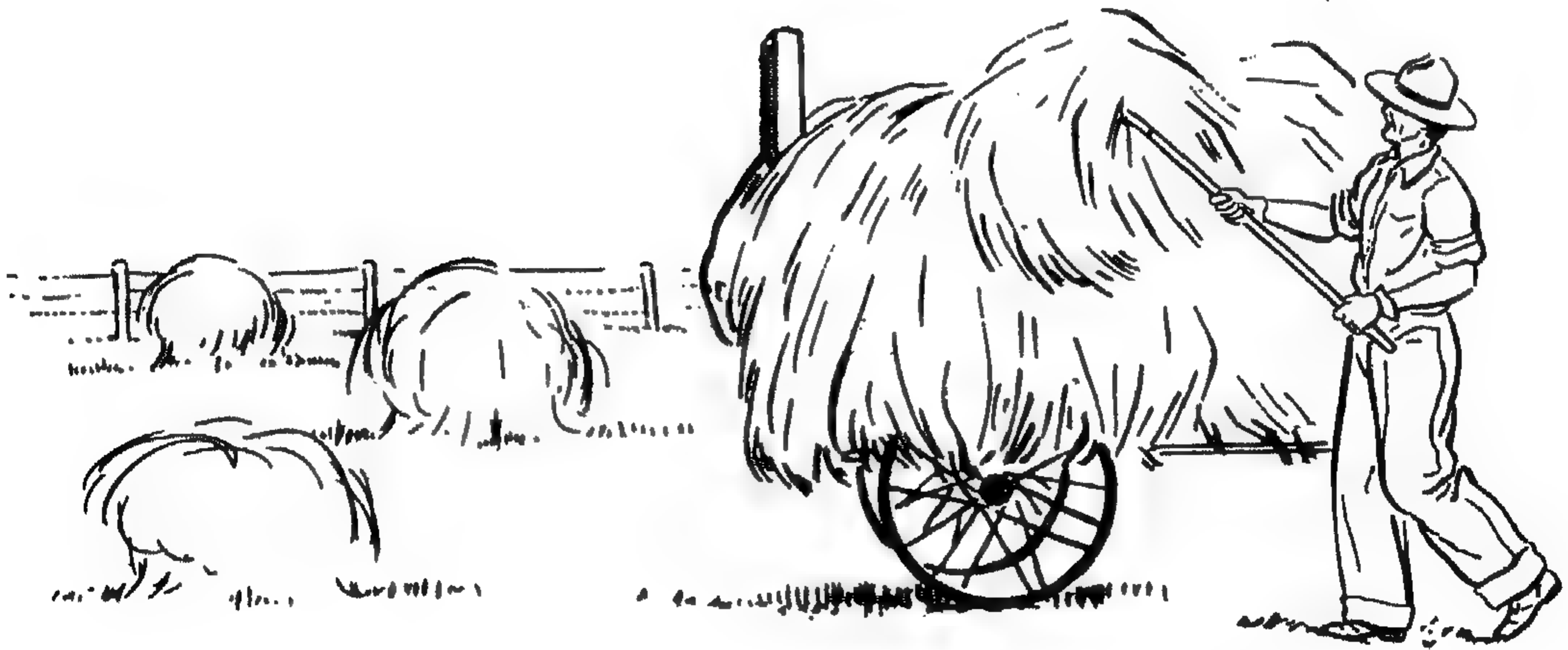
ويعتبر رافع السيارة « كريك » المبين في صفحة ( ٢٦ ) اتحاداً بين عجلة ومحور — ثم حلزوناً . فهناك العجلة ذات المحور الأقل في المحيط الذي يدير عجلة أخرى بوساطة « التروس » التي حول محيط كل منهما . ومثل هذه العجلة تسمى بالترس — أما محور الرفع فهو حلزون — وهناك عدة أنواع من روافع السيارات بوساطتها يمكن لشخص ما أن يرفع ثقلاً كبيراً ولكن ببطء .

وكذلك تتكون مبراة الأقلام من عجلة ومحور وحلزونين وسلاحين ؛ فاليد تقوم مقام العجلة التي تدير المحور أما الاسطوانتين الداخليتين فهما عبارة عن حلزونين ذوي خيوط حادة هي أسلحة — فبدوران اليد تدور الأسطوانتان وتأكل الخشب والجرافيت فتبهرى القلم .

ويستعمل الرجل في الشكل أعلى الصفحة منجل وهو عبارة عن سلاح ورافعة كالمبين في صفحة ( ١١ ) حيث تكون ذراع الرجل اليسرى هي محور الارتكاز ، أما يده اليمنى فتتحرك المنجلة أماماً وخلفاً وفي كل مرة يحرك يده اليمنى قدماً فإن سلاح المنجل يتحرك عدة أقدام ، كذلك المدرة وغيرها من الأدوات المستخدمة في الحياة العملية .

ومن بين أدوات المطبخ ستجد المقرمة وهي تشبه إلى حد كبير مبراة الأقلام الرصاصية الحديثة — فاليد جزء من العجلة . والمحور حلزوني يدفع الطعام إلى الأمام خلال أسلحة تدور لتقطعه إلى قطع حسب المطلوب ، وكذلك الحال مع مضرب البيض فهو عبارة عن عجلة ومحور ، فبدوران العجلة يدور المحور مديراً أذرع المضرب بسرعة أكبر مما تدور الأيدي خافقاً بذلك البيض بشدة .

أما في الدراجة فهناك أكثر من عجلة ومحور . فالبدال عبارة عن عجلة ومحور والعجلة الخلفية عبارة عن عجلة تدور عدداً من الدورات أكبر من عدد دورات الرجل بالبدال . و « الجادون » عبارة عن جزء من عجلة لها يدان وهناك غيرها وغيرها من الآلات التي تعتبر اتحاداً بين نوعين أو أكثر من الآلات البسيطة ، ويجدر أن نشير أنه حتى بالرغم من هذا الجمع فإننا لا نستطيع أن نقتصد في كل من القوة والمسافة في نفس الوقت ، ولكن دائماً نكسب إحداهما على حساب الأخرى .







## الآلات تسهل لنا العمل :

تبين الصورة الموجودة في أعلى هذه الصفحة فتى مصرياً يستخدم الشادوف ليزوى حقله بماء النيل .

وما الشادوف إلا رافعة — عندما ينخفض طرف الرافعة يرتفع الطرف الآخر فيوضع دلو عند أحد طرفي الرافعة في حين يربط في نهاية الطرف الآخر كتلة ثقيلة من الطين الجاف ، فعندما يجذب الفتى الدلو « الجردل » إلى أسفل ليغمر في الماء يكون عليه أن يرفع كتلة الطين إلى أعلى ، كذلك نلاحظ أن محور الارتكاز قريب من كتلة الطين لذا لا يجد الفتى صعوبة في رفعها . وبعد امتلاء الدلو بالماء يبدأ الفتى في رفعه إلى أعلى — ويكون بطبيعة الحال ثقيلًا لامتلائه بالماء ، ولكن بمساعدة كتلة الطين فإنه يجد كثيراً من السهولة لرفعه إلى أعلى .

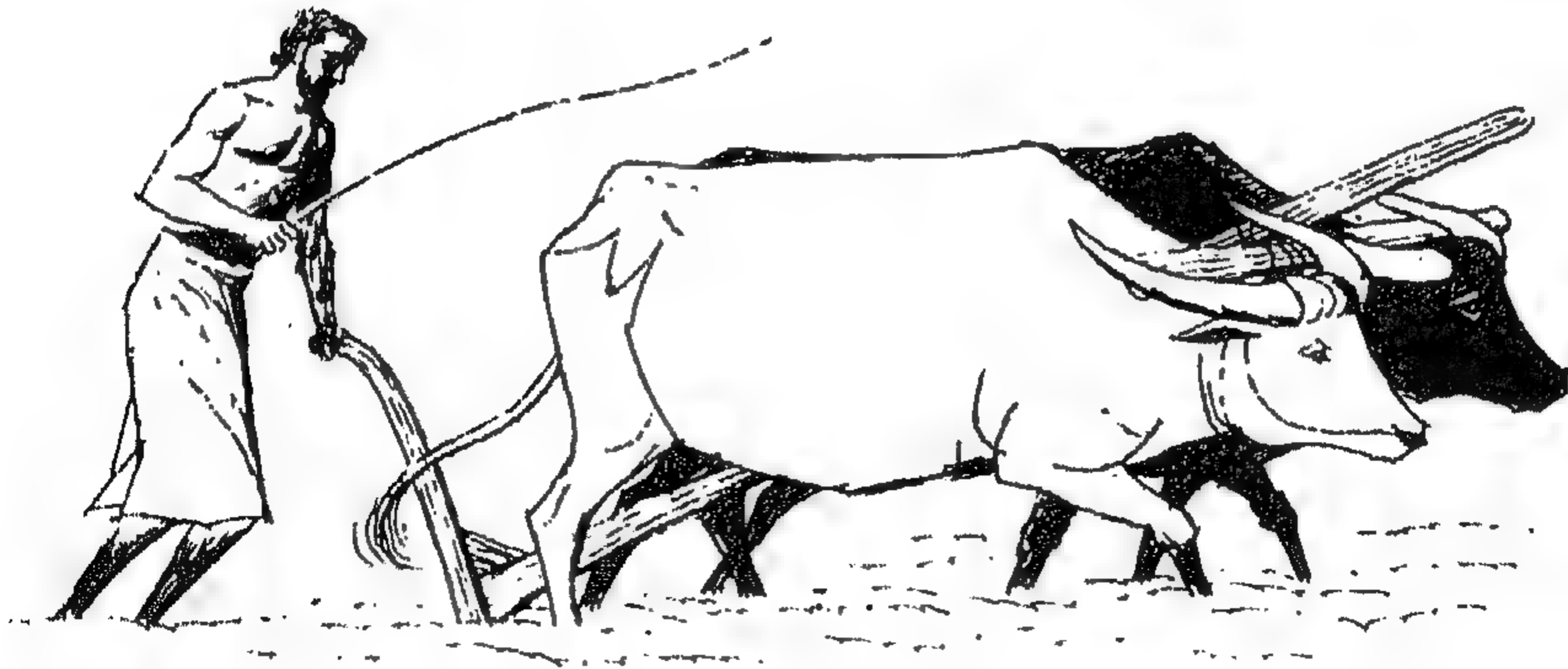
وقد استخدم الشادوف منذ مئات السنين وقد استعان الشخص الذي اخترعه بالكتلة الثقيلة لتكوين آلة بسيطة .

وربما يوجد في منزلك نوافذ ذات خشب يفتح إلى أعلى وإلى أسفل حيث توجد أثقال مخبأة في إطار النوافذ ومربوطة في خيوطها التي تلف حول بكرة أعلى النافذة . وبطبيعة الحال لا يكون وزن الثقل كبيراً بحيث تفتح النافذة من تلقاء ذاتها ولكنها تكون بحيث تسهل فتح النافذة وتوفير من القوة المبذولة .

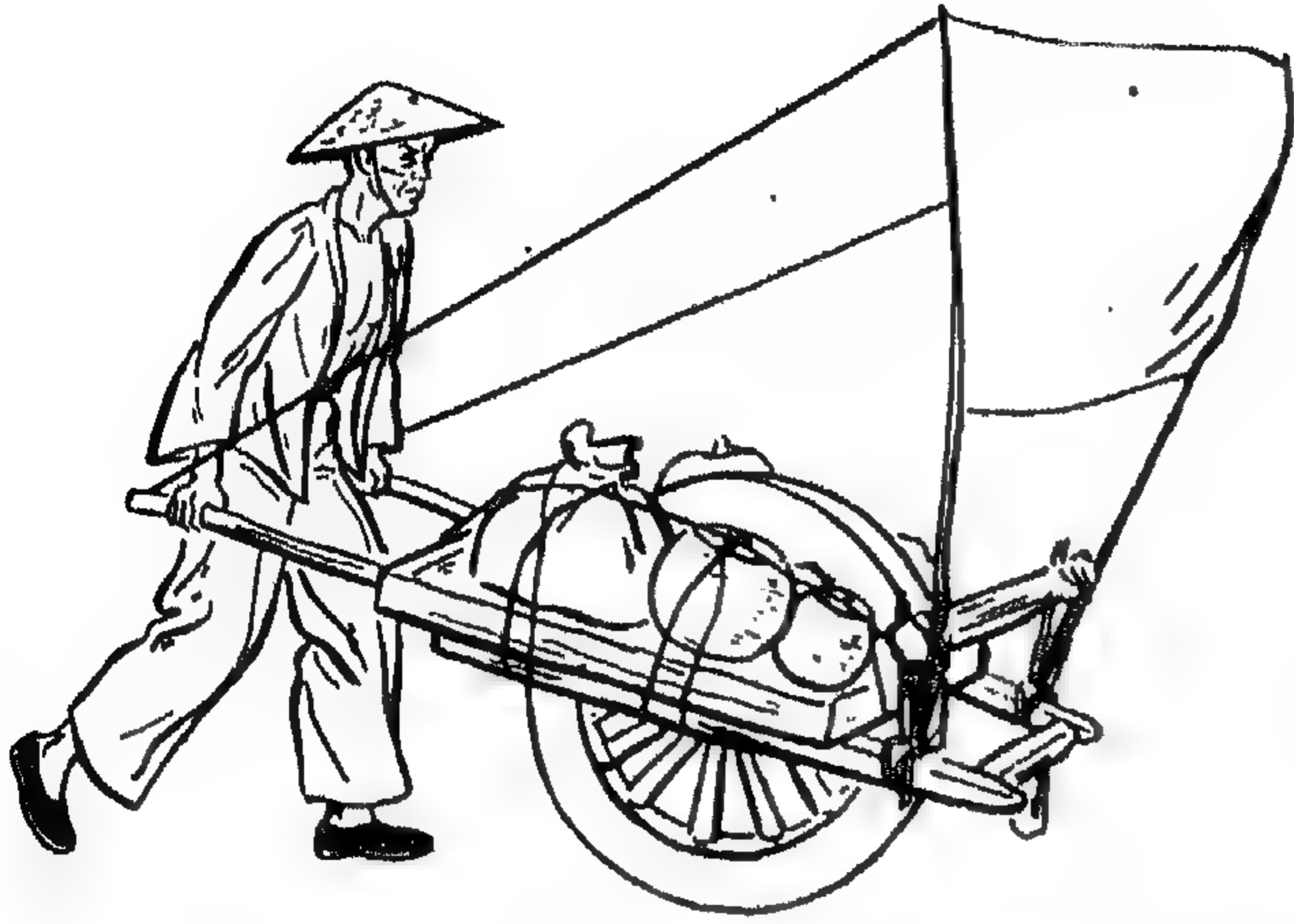
وبالرجوع إلى عصر إنسان الكهف حيث ابتدأ في ترويض واستئناس الحيوانات . كان الغرض الأول هو التسلية والطعام .

وبتقدم العصور — بدأ الإنسان في استغلال الحيوان وما زلنا حتى الآن نستخدم الحيوانات لتقوم بالشغل وبذل القوة بدلاً منا . ففي الصورة التي في أسفل هذه الصفحة نرى ثورين يجران محراثاً . والمحراث آلة حادة — كذلك يمكن استغلال الرياح لتسيير آلاتنا فهناك مراوح الهواء التي ترفع الماء من الأنهار والآبار بدلاً من إدارة الإنسان للطلميات بنفسه .

وما عربة اليد ذات العجلة الواحدة إلا رافعة بسيطة في محور ارتكازها عجلة حيث يتمكن الشخص من حمل الثقل بسهولة لطول ذراع القوة عن ذراع المقاومة في حين تسهل العجلة عملية الدفع .







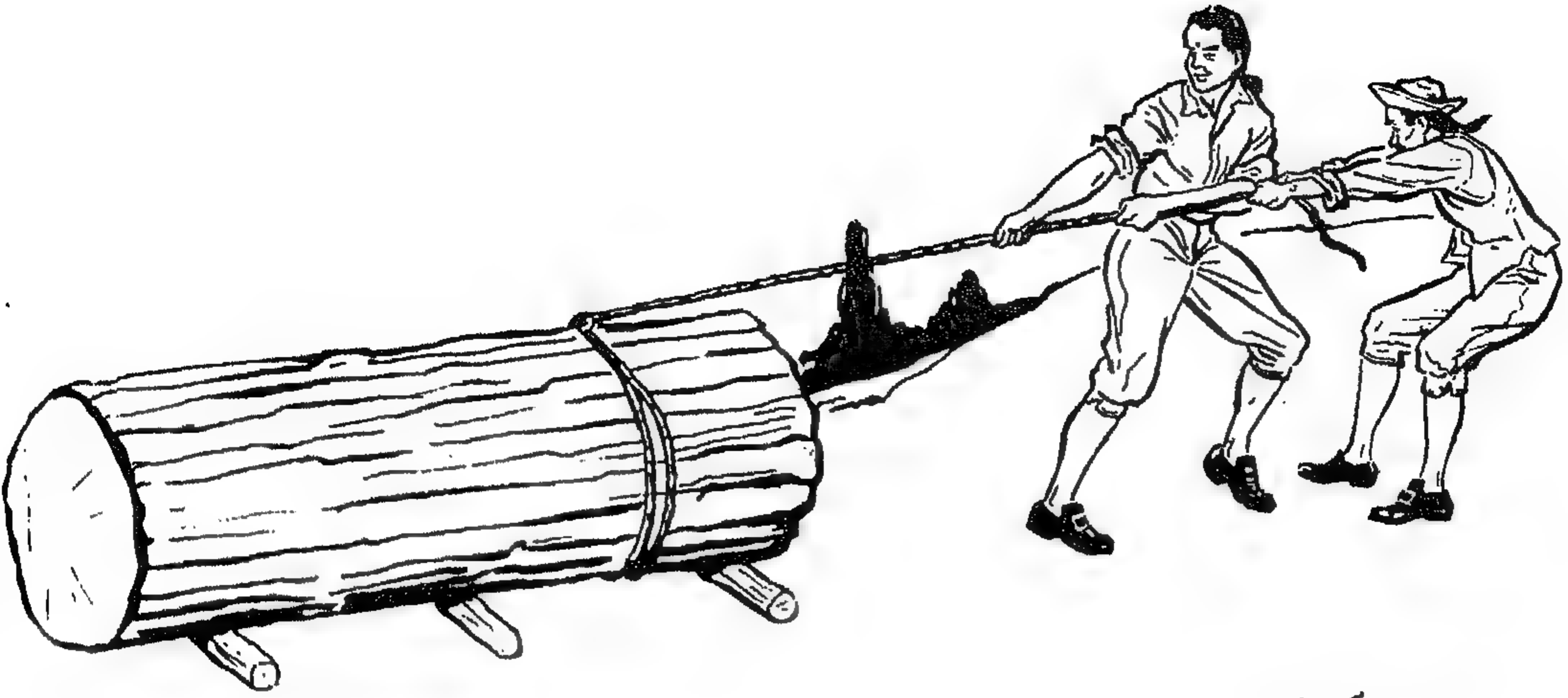
ونرى فى الصورة كيف تمكن الرجل الصينى من جعل الهواء يساعده على دفع عربة اليد .

وسبق أن أشرنا إلى أن محرك الطائرة ما هو إلا حلزون يشق طريقه فى الهواء إلى الأمام ساحباً خلفه جسم الطائرة . إلا أنه لا يمكن إدارته باليد، ربما تكون قد قمت بصناعة طائرة صغيرة تطير بمحرك مربوط إلى قطعة من المطاط تلوى عدة مرات قبل إطلاق الطائرة — أما فى الطائرة الكبيرة فيوجد محرك كبير يعمل بالبنزين بدلاً من قطعة المطاط — كذلك الحال فى السيارات وبعض الماكينات الأخرى .

ويمكن استغلال المياه الجارية لإدارة بعض الآلات . حيث تدير أثناء سريانها عجلات كبيرة تدير بدورها الآلات الأخرى .

أما البخار فيقع عليه النصيب الاستغلالى الأكبر . حيث يدير أغلب آلاتنا كالمقاطرات وآلات المصانع .

وبطبيعة الحال لا يفوتنا ذكر المساعد الرئيسى فى القوة المحركة : الكهرباء حيث يدار بواسطتها كثير من المصانع والأدوات المنزلية . فالرياح والماء والبخار والبنزين والأثقال والزنبك والحيوان الأليف والكهرباء . . ما هى إلا وسائل تساعدنا لتوليد القوة المحركة . . التى تدير آلاتنا .



### الاحتكاك :

هل تذكر كيف تمكن عادل وأحمد من جذب صندوقهما الخشبي على المستوى المائل إلى بيت الشجرة . لقد تم ذلك بسهولة لأنهما استعانا باسطوانات دائرية (عجل) . أما إذا لم يستخدما هذه الاسطوانات لعاقبهم الاحتكاك بين قاع الصندوق والمستوى المائل عن تحريك الصندوق .

وكلمة احتكاك آتية من لفظ احتك . . فالاحتكاك موجود ما احتك سطحا أحدهما بالآخر .

ومنذ القدم يحاول الإنسان من تقليل الاحتكاك — فعلم أن العجلة تقلل من الاحتكاك — ربما كان العجل في الماضي عبارة عن كتل أسطوانية كالمبينة بالصورة .

وابتكر الإنسان العجلة كنتيجة لاستخدامه مثل هذه الكتل الاسطوانية وبوساطة العجلات جرت العربات . . وعربات السكة الحديد .

وهناك نوع آخر من العجلات تقل فيه قيمة الاحتكاك بنسبة كبيرة جداً وهو عجل الرمان البلى كالذى يوجد فى « قبقاب الترحلق » ونلاحظ أن فى كل آلة احتكاك ، فى صفحة (١٧) مثلاً أمثلة كثيرة لوجود الاحتكاك .



يمكنك بوساطة إحصاء عدد الخيوط حساب القوة اللازمة لرفع جسم بالبكرات بالتقريب . إذ يصعب حسابها بالضبط لعدم قدرتك على حساب الاحتكاك على وجه التحديد فإذا كانت الحبال ثقيلة والبكرات ذات محيط صغير لكان الاحتكاك كبيراً .

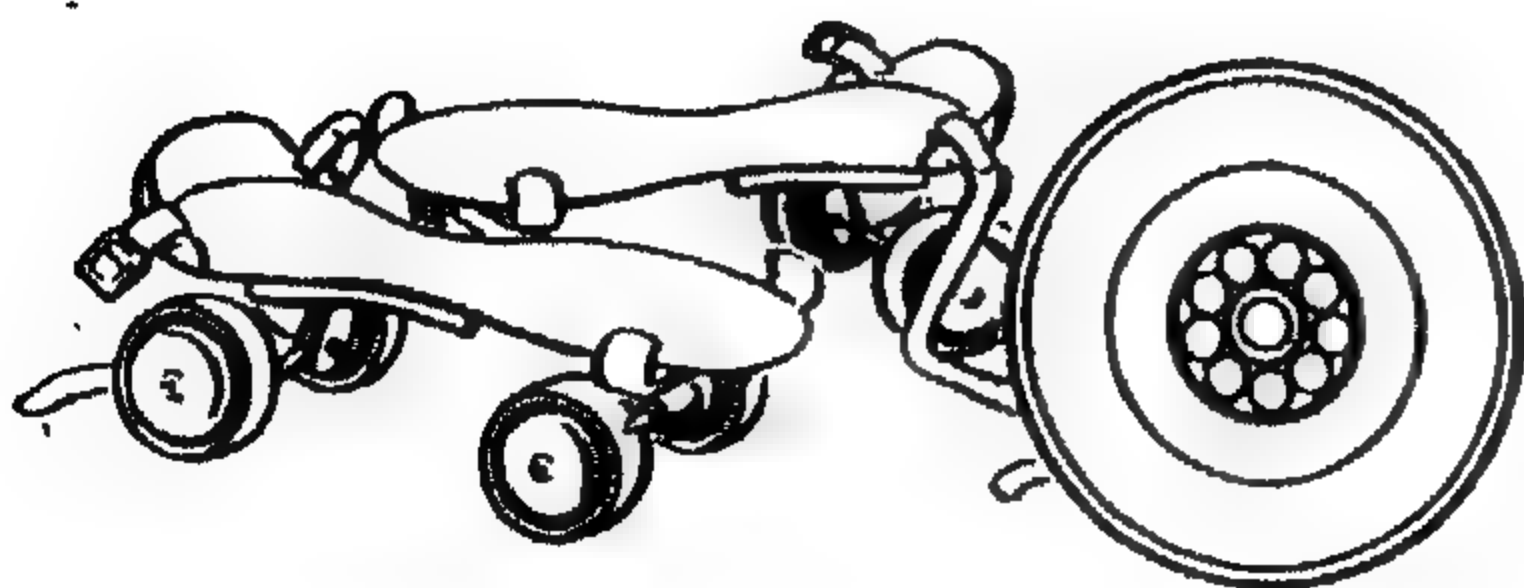
كذلك لا يستطيع أحد التخمين بقيمة الاحتكاك الذي يحدث كنتيجة للدفع الإسفين في كتلة الخشب في صفحة ( ٢٢ ) ولكن قطعاً هناك احتكاك يمكن تقليله بجعل السطح أملس ، مما هو عليه إذا كان السطح خشناً كما أن وضع الزيوت على أسطح الاحتكاك يجعلها أكثر نعومة . وتبين الصورة الموجودة في الصفحة التالية فتي يزيث دراجته ليقول من قيمة الاحتكاك .

والاحتكاك يولد حرارة ، فعند إدارة عصا خشبية في تجويف خشبي فستلاحظ حينئذ ارتفاع في درجة الحرارة لذا يوضع عند محاور العجلات . . شحماً ليقول من الاحتكاك فتقل فيه الحرارة المتولدة . . كما أن وجود الشحم يسهل من حركة العربة أو القطار بما يحمله من أثقال . كذلك يشحم أحياناً المستوى المائل للتقليل من قوة السحب إلى أعلى أو الدفع إلى أسفل .

وهناك حلم يراود كثير من الناس وهو اختراع آلة تتحرك باستمرار ما لم يوقفها شيء . . ولكن هذا يبدو مستحيلاً حتى الآن .

حيث لم نتمكن للآن من التخلص نهائياً من الاحتكاك الذي سيؤدي قطعاً إلى وقف الآلة . حتى إذا داومت على صيانتها لتعمل باستمرار فسيأتي وقت وتستهلك فيه الآلة . لتأكل محاورها بالاحتكاك .

وهنا يحسن أن نريث قليلاً ؛ إذ ربما نغير من أفكارنا إذا حدث وأمكن التغلب نهائياً على الاحتكاك .



فحيث لا نستطيع أن نسير حيث إن الطرق والأرضية ستكون أماس من الثلج .  
ولا نستطيع تسيير قطارات وعربات ، لأن العجلات ستسير في الدوران وفي نفس الاتجاه  
الذى سارت فيه وسيبطل كذلك عمل المسامير إذ أنك ستدفعها بسهولة وفي وسط ما ،  
وستخرج في الحال لعدم وجود الاحتكاك ، ولا نستطيع جذب ثقل بجبل حيث إن يديك  
لا تستطيعان شد الحبل .

كذلك لا يمكنك الكتابة بالقلم الرصاص لأن شيئاً منه سوف لا يترك أثراً على الورقة  
لعدم وجود احتكاك ، ونفس الشيء مع الثقاب . من ذلك نتبين أهمية الاحتكاك في  
الآلات بالرغم من أنه يسبب تآكل محاورها .







هل تعلم :

- ١ - أن الآلات تسهل العمل .
- ٢ - أن هناك ستة أنواع من الآلات البسيطة هي :  
المستوى المائل - والرافعة - والبكرة - والملفاف - والإسفين - والحلزون .
- ٣ - أنه بوساطة بعض هذه الآلات يمكن تحريك جسم في اتجاه ما بالشد أو الرفع في اتجاه آخر .
- ٤ - أن بعض هذه الآلات يوفر من قيمة القوة المبدولة .
- ٥ - وأن بعضها الآخر يكسب مسافة وسرعة .
- ٦ - أنه بينما لا يمكن أن تكسب قوة ومسافة وسرعة في وقت واحد .
- ٧ - أنه باكتساب مسافة وسرعة . . تبذل قوة .
- ٨ - وبالعكس لكي نكسب قوة فإننا نتحرك أو نحرك مسافة أبعد .
- ٩ - أن كثيراً من الآلات يعتبر تجمعاً من آلتين بسيطتين أو أكثر .
- ١٠ - ولقد تعلم الناس كيفية تسخير الحيوان لتشغيل آلاتهم .
- ١١ - كذلك تعلموا الطريقة لاستخدام الأثقال والزنبرك والكهرباء والبخار والبنزين والماء الجارى والرياح لتشغيل آلاتهم .
- ١٢ - أنه يوجد احتكاك في كل آلة .
- ١٣ - وقد وجد الناس كثيراً من الطرق للتخفيف من قيمة هذا الاحتكاك .

## ابحث بنفسك :

- ١ - مثل لسة أنواع من الآلات البسيطة .
- ٢ - فى الصفحات الداخلية للغلاف توجد بعض الآلات بعضها يتكون من آلتين بسيطتين وأكثر - اذكر اسم كل آلة وما تتركب منه .
- ٣ - أحضر قطعة من الخشب عرضها ثلاث بوصات وطولها ثلاث أقدام واستخدمها كرافعة حول محور ارتكاز - ثم حاول أن تستخدمها كإحدى حالات الروافع فى صفحتي ( ١٠ ، ١١ ) وهل النتائج التى تحصل عليها تتفق مع ما جاء فى الجزء الثالث من صفحة ( ١٤ ) .
- ٤ - كون بكرتين بخيطين ثم ثلاثاً .. وأربعاً وهكذا .. ثم استخدمها الواحدة تلو الأخرى ، ثم بين أيها أسهل لرفع ثقل معين ، ثم أوجد المسافة التى تتحركها فى كل حالة لتحريك الجسم قدماً .
- ٥ - ضع لوحاً خشبياً لتكون مستوى مائلاً - ادفع عربة صغيرة إلى أعلى مسجلاً القوة المبذولة بميزان زنبركى ثم استبدل هذا اللوح بآخر أطول منه وثبته لنفس الارتفاع ثم ادفع نفس العربة واحسب قيمة القوة فى هذه الحالة . أى القوتين أقل؟
- ٦ - اجعل الموتور الكهربى الذى يعمل بالبطارية الجافة يحرك لعبة ما .
- ٧ - اجعل الآلة البخارية تحرك جسماً ما .
- ٨ - ثبت طاحونة الهواء الصغيرة - ثم ارقبها وهى تدور .

رقم الإيداع	١٩٩٢ / ٨٦٦٢
الترقيم الدولى	ISBN 977-02-3842-2



